



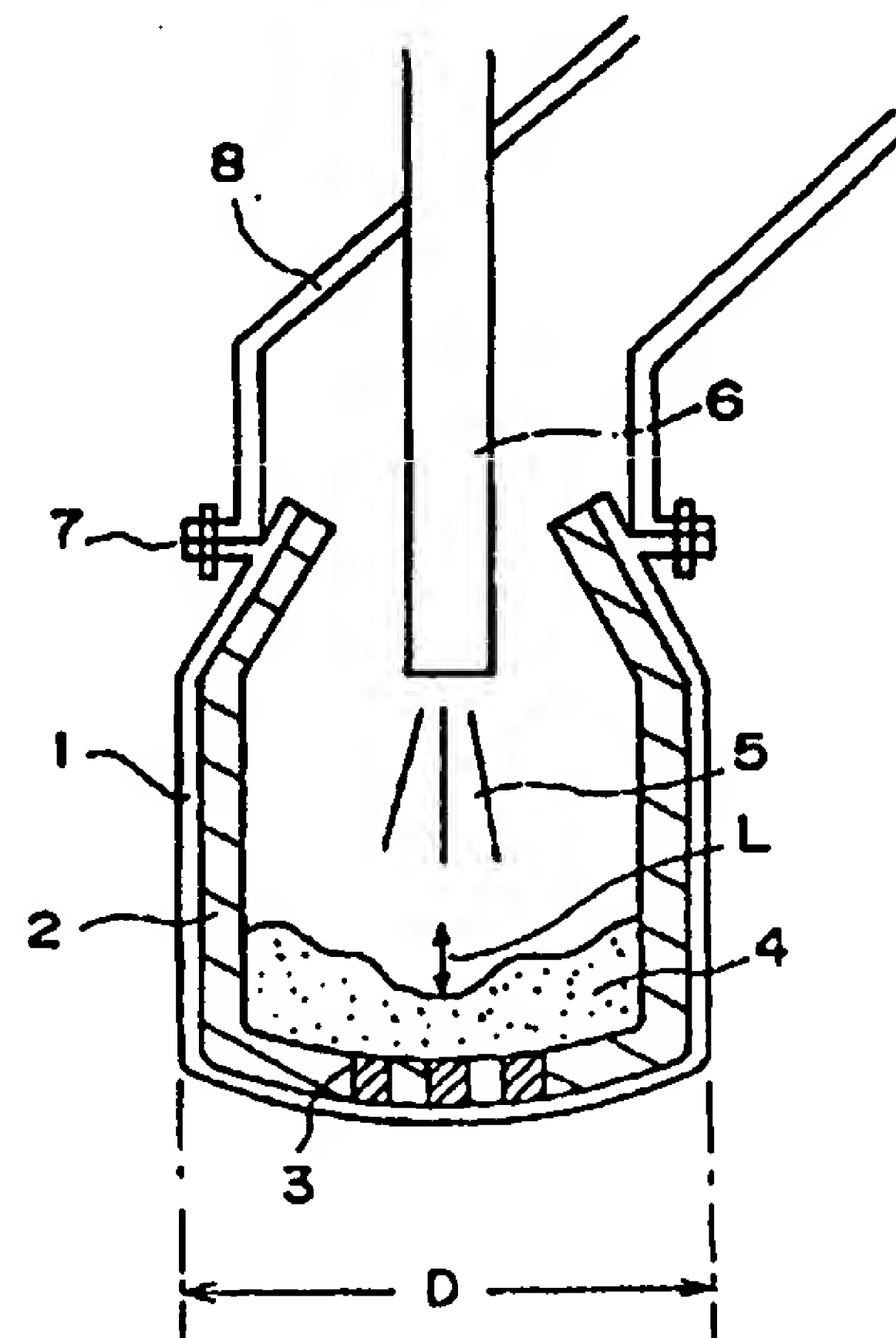
| | | |
|--|--|------------------------------------|
| (51) 国際特許分類6 C21C 5/35 | A1 | (11) 国際公開番号 WO98/42879 |
| | | (43) 国際公開日 1998年10月1日(01.10.98) |
| (21) 国際出願番号 PCT/JP98/01188 | (81) 指定国 CN, KR, US, 欧州特許 (AT, DE, FR, GB, NL). | |
| (22) 国際出願日 1998年3月19日(19.03.98) | 添付公開書類 国際調査報告書 | |
| (30) 優先権データ 特願平9/67149 1997年3月21日(21.03.97) JP 特願平9/67150 1997年3月21日(21.03.97) JP | | |
| (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 新日本製鐵株式会社(NIPPON STEEL CORPORATION)[JP/JP] 〒100-0004 東京都千代田区大手町2丁目6番3号 Tokyo, (JP) | | |
| (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 北村信也(KITAMURA, Sinya)[JP/JP] 松尾充高(MATSUO, Michitaka)[JP/JP] 内藤憲一郎(NAITO, Kenichiro)[JP/JP] 〒293-0011 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内 Chiba, (JP) | | |
| (74) 代理人 弁理士 新部興治, 外(NIIBE, Koji et al.) 〒100-0005 東京都千代田区丸の内2丁目6番2号 丸の内八重洲ビル424号 Tokyo, (JP) | | |

(54)Title: PRESSURE CONVERTER STEEL MAKING METHOD

(54)発明の名称 加圧転炉製鋼法

(57) Abstract

A converter steel refining method capable of blowing a molten steel having a low peroxidation degree at high productivity and high yield. Firstly, the pressure converter steel making method comprises setting a pressure (P) inside a furnace to a pressure higher than the atmospheric pressure inside a top bottom blowing converter, and regulating a top blowing oxygen feed velocity (F) and a bottom blowing gas flow rate (Q) in accordance with the change of the pressure (P) inside the furnace. Secondly, the pressure converter steel making method comprises setting a pressure (P) inside a furnace to a pressure higher than the atmospheric pressure for the entire period, or a part, of the blowing period in a top bottom blowing converter, and regulating a top blowing oxygen feed velocity (F) and a bottom blowing gas flow rate (Q), and the pressure (P) inside the furnace, in accordance with a carbon concentration (C) in a steel bath.



(57)要約

本発明は、高い生産性と高い歩留まりで、かつ、過酸化度が低い溶鋼を吹錬することができる転炉精錬方法を提供することを目的とする。第1は、上底吹き転炉において、炉内圧力Pを大気圧よりも高压に設定するとともに、上吹き酸素供給速度Fと底吹きガス流量Qを炉内圧力Pの変化に応じて調節することを特徴とする加圧転炉製鋼法であり、第2は、上底吹き転炉において、炉内圧力Pを吹錬中の全部又は一部の期間に渡って大気圧よりも高压に設定するとともに、上吹き酸素供給速度F及び底吹きガス流量Q、並びに炉内圧力Pを鋼浴中炭素濃度Cに応じて変化させることを特徴とする加圧転炉製鋼法である。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

| | | | | | | | |
|----|--------------|----|---------|----|-------------------|----|------------|
| AL | アルバニア | FI | フィンランド | LR | リベリア | SK | スロヴァキア |
| AM | アルメニア | FR | フランス | LS | レソト | SL | シエラ・レオネ |
| AT | オーストリア | GA | ガボン | LT | リトアニア | SN | セネガル |
| AU | オーストラリア | GB | 英国 | LU | ルクセンブルグ | SZ | スワジランド |
| AZ | アゼルバイジャン | GD | グレナダ | LV | ラトヴィア | TD | チャード |
| BA | ボスニア・ヘルツェゴビナ | GE | グルジア | MC | モナコ | TG | トーゴ |
| BB | バルバドス | GH | ガーナ | MD | モルドヴァ | TJ | タジキスタン |
| BE | ベルギー | GM | ガンビア | MG | マダガスカル | TM | トルクメニスタン |
| BF | ブルキナ・ファソ | GN | ギニア | MK | マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国 | TR | トルコ |
| BG | ブルガリア | GW | ギニア・ビサウ | ML | マリ | TT | トリニダード・トバゴ |
| BJ | ベナン | GR | ギリシャ | MN | モンゴル | UA | ウクライナ |
| BR | ブラジル | HR | クロアチア | MR | モーリタニア | UG | ウガンダ |
| BY | ベラルーシ | HU | ハンガリー | MW | マラウイ | US | 米国 |
| CA | カナダ | ID | インドネシア | MX | メキシコ | UZ | ウズベキスタン |
| CF | 中央アフリカ | IE | アイルランド | NE | ニジェール | VN | ヴェトナム |
| CG | コンゴ | IL | イスラエル | NL | オランダ | YU | ユーゴスラビア |
| CH | スイス | IS | アイスランド | NO | ノルウェー | ZW | ジンバブエ |
| CI | コートジボアール | IT | イタリア | NZ | ニュー・ジーランド | | |
| CM | カメルーン | JP | 日本 | PL | ポーランド | | |
| CN | 中国 | KE | ケニア | PT | ポルトガル | | |
| CU | キューバ | KG | キルギスタン | RO | ルーマニア | | |
| CY | キプロス | KP | 北朝鮮 | RU | ロシア | | |
| CZ | チェッコ | KR | 韓国 | SA | サウジアラビア | | |
| DE | ドイツ | KZ | カザフスタン | | | | |

明細書

加圧転炉製鋼法

技術分野

- 5 本技術は高い生産性、高い歩留まり、低い過酸化度で溶鋼を吹錬することができる転炉製鋼法に関する。

背景技術

- 10 転炉精錬において高い生産性と高い歩留まりで、かつ、過酸化度が低い溶鋼を吹錬することは究極の目的である。転炉精錬における脱炭挙動は、溶鉄中の炭素濃度が高い領域で脱炭速度が酸素供給速度で律速されるⅠ期と、溶鉄中の炭素濃度が低い領域で脱炭速度が溶鉄中炭素の物質移動速度で律速されるⅡ期とに分けられる。

- 15 生産性を向上させるには精錬時間の大部分を占めるⅠ期の脱炭速度を上げる必要があり、そのためには原理的には酸素供給速度を高める必要がある。しかし、通常の上底吹き転炉の酸素供給速度は4 (Nm³/ton/min) 程度が上限であり、これ以上に酸素供給速度を上げた場合には、激しいスプラッシュの発生、ダスト発生量の増大、スロッピングの発生により、溶鋼歩留の低下や、炉口地金付着の増大、炉下滓の増大等により地金取りや炉下清掃といった非吹錬時間が増加し、か
20 えって生産性を低下させるという問題がある。

Ⅰ期の酸素供給速度を増大させることやダストの発生を抑制することを目的として、転炉を加圧する技術が知られている。しかし、いずれの技術も以下に示すように十分な操業条件を与えるものではない。

- 25 溶鋼歩留まりを向上させるには、Ⅰ期でのダストやスプラッシュの発生を低下させることに加えて、Ⅱ期である低炭素域での溶鋼の過酸化によるスラグへの鉄酸化ロスを抑制する必要がある。溶鋼が過酸化となった場合には、スラグの(T・Fe)が増大するとともに溶鋼中の酸素濃度も増加するため、脱酸材が多量に必要となり、多量に生じる脱酸生成物により溶鋼の清浄性が著しく低下するという問題も併せて生じる。

Ⅱ期の過酸化を抑制するには、原理的には酸素供給速度を低下させることと攪拌力を増大させることが考えられる。しかし、酸素供給速度の低下は精錬時間の延長を招くために生産性の向上と両立できないという問題がある。また、底吹き攪拌力の増大は、攪拌ガスコストの増大を招き、Ⅰ期の攪拌力は低く抑制しⅡ期のみを増大することで攪拌ガスコストの増大は抑制できるものの、同一の羽口で大幅に底吹きガス流量を変化させる技術はないため底吹き羽口煉瓦の溶損速度が増加するという問題を生じる。

これに対して、酸素供給速度を増大させることやダストの発生を抑制することを目的として、転炉炉内を加圧する技術が知られている。しかし、いずれの技術も以下に示すように十分な操業条件を与えるものではない。

日本特許公告昭43-9982号公報には、上吹き転炉中に鉄装入物とスラグ形成成分とを入れ、上記転炉中に位置したランスから酸素を導入したこの酸素を下方に向かって上記鉄装入物の表面上に流しかくして精錬反応を起こし鉄から炭素を除去し反応器ガスを生ぜしめ、この反応器ガスを前記転炉からガス補集装置中に流し、前記ガスの流速を制御するための圧力調整手段を設け、前記ガスの実質的に全部を前記圧力調整手段を通過せしめべく前記鉄装入物と前記圧力調整手段との間に密関係を保持することにより成り、しかも前記圧力調整手段は前記装入物を流入酸素によって精錬せしめる時前記炉内に少なくとも1気圧の圧力を与えるようにされていることを特徴とする鉄の精錬方法が開示されている。

本公報は炭酸ガス生成比（2次燃焼率）が高くなることと、排ガスの質量流速が低下するためダストが少なくなることを特徴としている。しかし、この場合にも2次燃焼率やダスト発生量に大きな影響を与える酸素供給速度や上吹き酸素ジェットの浴面衝突エネルギーと圧力の関係に関する定量的な規定が全くなされてなく、さらに、上底吹き転炉精錬とは基本条件が大きく異なっているため、該発明のみで加圧転炉の操業をすることは不可能である。

日本特許公開平2-205616号公報には、溶鉄および必要によりスクラップを原料として溶鋼にまで精錬する転炉製鋼法において、転炉内を 0.5 kgf/cm^2 以上に加圧し、さらに転炉内への溶鉄およびスクラップの総装入量 $W (\text{t}/\text{ch})$ と、転炉鉄皮内容積 $V (\text{m}^3)$ との関係を、 $W > 0.8 V$ 又は $0.8 V \geq W \geq$

0.5 V とし、かつ炉内への送酸速度 U ($\text{Nm}^3/\text{min} \cdot \text{t}$) を $U \geq 3.7$ とすることを特徴とする高能率転炉製鋼法が開示されている。この公報は、加圧によりスロッピングやスピッティングの発生を抑制し高い歩留まりが得られたと記載されている。

- 5 しかし酸素供給条件や攪拌力と加圧条件の関係においてスロッピングやスピッティングの発生抑制条件が論じられていないため、該発明のみで加圧転炉の操作を実施することは不可能である。特に、上底吹き転炉のような攪拌力の強い場合には常圧であっても該発明の比較例の条件ではスロッピングはほとんど発生せず、基本条件が大きく異なっており、該発明から上底吹き転炉での加圧操作条件
10 を得ることは困難である。

また、過酸化抑制、歩留まり向上という意味で最も重要であるⅡ期の低炭素濃度条件での操作方法については記載されていない。

- 日本特許公開昭62-142712号公報には、転炉又は溶融還元炉において、炉内圧力を大気圧より高圧特に圧力を $2 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ に設定し、二次燃焼ガスの線
15 速度を低下させることを特徴とする転炉又は溶融還元炉における製鋼・製鉄方法が開示されている。

- 本公報は、スラグ内で2次燃焼ガスの上昇流速を加圧によって低下させ、ガスとスラグとの熱交換時間を長くしてスラグを介した着熱効率を向上させるものである。該発明では炉内圧を $2 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ に加圧するとされているが、当該発明の
20 原理によれば着熱効率を支配するガスとスラグとの熱交換時間に対して影響を及ぼすスラグ量、2次燃焼ガスの発生量、酸素供給速度、ランス高さ、キャビティ深さ等に関する規定が全くなされてなく、該発明のみで加圧転炉の操作を実施することは不可能である。特に、該発明の実施例は上吹き転炉であり、攪拌力が強い
ためスラグフォーミングがしにくい上底吹き転炉の場合や、スラグ量が少ない
25 溶銑予備処理溶銑の吹錬の場合には、該発明とは基本条件が大きく異なっており、該発明から上底吹き転炉での加圧操作条件を得ることは困難である。

日本特許公開平2-298209号公報には、種湯の存在する溶解専用転炉に含鉄冷材、炭材、酸素を供給して、溶解専用転炉での所要種湯量と別の精錬専用転炉での所要精錬量の合計量の高炭素溶鉄を得、この高炭素溶鉄を原料として精

錬専用転炉で酸素吹錬することにより所要成分の溶鋼を得る転炉製鋼法において、溶解専用転炉内の圧力を次式に従いコントロールすることにより、溶解専用転炉でのダスト発生量を大幅に減少させることを特徴とする加圧型含鉄冷材溶解転炉製鋼法が開示されている。

$$5 \quad P \geq 1.15 + 0.3 \{ [\%C] - 2.5 \}$$

$$2.5 \leq [\%C] \leq 5$$

記号 P : 溶解専用転炉内圧力 (atm)

[%C] : 溶解専用転炉内溶鉄C含有量 (重量%)。

本公報は、加圧による上吹き酸素ジェットが浴面に衝突する時のエネルギーが
 10 低下することと発生するCOガス容積が低下することを利用したものであり、高炭素溶鉄の場合ほどCOが発生しやすいため圧力を高く設定している。しかし、上式の適用はCが2.5～5%であるため脱炭を目的とした転炉精錬には適用できない。また、ダストの発生速度は単に圧力だけではなく酸素供給速度にも大きく依存し、また、酸素供給速度は含鉄冷材溶解用転炉の生産性を支配する重要な
 15 要因であるが、当該発明では酸素供給速度や上吹き酸素ジェットの浴面衝突エネルギーと圧力の関係に関する定量的な規定が全くなされてなく、さらに、脱炭を目的とした転炉精錬とは基本条件が大きく異なっているため、該発明のみで加圧転炉の操業を実施することは不可能である。

さらに、いずれの公知例においても、過酸化抑制、歩留まり向上という意味で
 20 最も重要であるⅡ期の低炭素領域での操業方法については全く開示がない。特にⅡ期の場合には、上吹き酸素供給速度、底吹きによる攪拌力等の条件と炉内圧とを適正に制御しない限り、生産性を向上した上で、過酸化を抑制し歩留まりを向上させることは不可能である。

ところで、従来は底吹きによる攪拌エネルギーとして(1)式で定義されるε
 25 が用いられ(鉄と鋼、第67巻、1981年、672ページ以降)、(2)式で求められる均一混合時間τを介したBOC値と、転炉の脱炭特性との関係が知られている(鉄と鋼、第68巻、1982年、1946ページ以降)。

$$\varepsilon = (371/W_m) \cdot Q \cdot T \cdot \{ \log(1 + (9.8 \cdot \rho \cdot H / P) \cdot (10^{-4})) \} \dots\dots (1)$$

$$\tau = 540 \cdot (H / 0.125)^{2/3} \cdot \rho^{1/3} \cdot \varepsilon \dots\dots (2)$$

$$BOC = \{ F / (1 / \tau) \} \times [\%C] \quad \dots\dots (3)$$

ここで、 Q は底吹きガス流量 ($\text{Nm}^3/\text{ton}/\text{min}$)、 T は溶鋼温度 (K)、 ρ は溶鋼密度 (g/cm^3)、 H は浴深 (cm)、 P は炉内圧力 (kg/cm^2)、 F は上吹き酸素供給速度 ($F : \text{Nm}^3/\text{ton}/\text{min}$)、 $[\%C]$ は炭素濃度、 W_m は溶鋼量 (ton)

5 を示す。

この関係においては、例えば浴深が $1 \sim 2 \text{ m}$ の転炉の場合には、炉内圧力を $1 \text{ kg}/\text{cm}^2$ から $3 \text{ kg}/\text{cm}^2$ に上昇させたとしても、 ε や BOC に対する影響は小さくなく、冶金特性には大きな影響は無いと推定された。

一方、上吹きガスによるキャビティ深さを計算するには (4) 式が用いられていた (瀬川清：「鉄冶金反応工学」、昭和 52 年、日刊工業新聞社刊) が、こ
10 こには炉内圧力の影響は入っていない。

$$L' = Lh \cdot \exp(-0.78h / Lh)$$

$$Lh = 63.0 (F' / nd)^{2/3} \quad \dots\dots (4)$$

ここで、 L' は (4) 式で計算されるキャビティ深さ (mm)、 h はランス
15 と鋼浴面間距離 (mm)、 F' は上吹き酸素供給速度 (Nm^3/Hr)、 n はノズル数、 d はノズル直径 (mm) である。

また、2次燃焼に対しては (4) 式により得らる L' との関係や、ランス先端から浴表面までの距離 X と超音速コアの長さ H_c 、及び、ノズル直径 d の比である
($X - H_c$) / d との関係が提唱されている (鉄と鋼、第 73 巻、1987 年、1
20 117 ページ以降)。特に、後者においては、噴流外周部の流速の遅い領域で、雰囲気中の CO が酸素噴流に巻き込まれて CO_2 へと 2 次燃焼されるという考えが示されている。しかし、炉内圧力での変化は記載されていない。

キャビティ深さに対する炉内圧力の影響としては、減圧状態での挙動が報告されている (鉄と鋼、第 63 巻、1977 年、909 ページ以降)。これによれば、圧力を減圧にすることで急激にキャビティが深くなることが示されている
25 が、大気圧以下での結果であり、加圧状態での挙動については全く触れられていない。あえて、減圧下での結果を加圧へと外挿すると、キャビティ深さは極めて小さくなる。

発明の開示

本発明は、通常の大気圧での転炉精錬で酸素供給速度を上げた場合の、スプラッシュやダスト発生量の増大、スロッピングの発生により溶鋼歩留の低下や非吹錬時間の増加するという問題や、日本特許公開平 2-205616 号公報、日本
5 特許公開平 2-298209 号公報、日本特許公開昭 62-142712 号公報、日本特許公告昭 43-9982 号公報に開示されている加圧転炉技術における、基本的条件の異なる上底吹き転炉での加圧操業条件に関する開示や、過酸化抑制、歩留まり向上という意味で最も重要である II 期の低炭素領域での操業方法についての開示がなく、加圧転炉の操業を実施するのは不可能であるという問題点を解
10 決し、高い生産性と高い歩留まりで、かつ、過酸化度が低い溶鋼を吹錬することができる転炉精錬方法を提供することを目的とする。

本発明者らは、上底吹き転炉の炉内を加圧して脱炭操業する場合には、炉内圧力、炭素濃度の変化に応じて、上吹き酸素供給速度と底吹きガス流量とを調整制御する必要があることを見いだした。本発明の要旨は、以下の各方法にある。

15 (1) 上底吹き転炉において、炉内圧力 (P_1 : kg/cm^2) を大気圧よりも高压に設定するとともに、上吹き酸素供給速度 (F_1 : $\text{Nm}^3/\text{ton/min}$) と底吹きガス流量 (Q_1 : $\text{Nm}^3/\text{ton/min}$) を炉内圧力 ; P_1 の変化に応じて調整することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

(2) 上底吹き転炉において、鋼浴中炭素濃度が 0.5% よりも高い領域で、炉
20 内圧力 (P_1 : kg/cm^2) を大気圧よりも高压に設定するとともに、上吹き酸素供給速度 (F_1 : $\text{Nm}^3/\text{ton/min}$) と底吹きガス流量 (Q_1 : $\text{Nm}^3/\text{ton/min}$) について、 F_1/P_1 を 1.1~4.8、 Q_1/P_1 を 0.05~0.35 の範囲に制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

(3) (1), (2) において、上吹き酸素により鋼浴表面に形成されるキャビ
25 ティー深さ (L) と浴径 (D) の比 (L/D) を 0.08~0.3 に制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

ここで、炉内圧力は絶対圧 (大気圧 = 1 kg/cm^2) である。

(4) 上底吹き転炉において、炉内圧力 (P_2 : kg/cm^2) を吹錬中の全部又は一部の期間に渡って大気圧よりも高压に設定するとともに、上吹き酸素供給速度 (F

2 : Nm³/ton/min) 及び底吹きガス流量 (Q 2 : Nm³/ton/min) 、並びに炉内圧力 P 2 を鋼浴中炭素濃度 (C : w t %) に応じて変化させることを特徴とする加圧転炉製鋼法。

(5) (4) において、鋼浴中炭素濃度 ; C が 1 % 以下の領域で炉内圧力 ; P 2 を (5) 式で規定される P A と (6) 式で規定される P B の間の範囲内になるように制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

$$P A = 0.8 + 5 \times C \dots\dots\dots (5)$$

$$P B = 2 \times C \dots\dots\dots (6)$$

ここで、数式上 P A、P B は 1 以下にもなりうるが、P 2 は 0.9 kg/cm² 以下にはしない。

(6) (5) において、C が 1 % より高い領域での上吹き酸素供給速度 (F 1 : Nm³/ton/min) と、C が 1 % 以下の領域での上吹き酸素供給速度 ; F 2 との比で表わされる (7) 式の β が -0.25 ~ 0.5 の範囲になるように制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

$$\beta = (F 2 / F 1) - C \dots\dots\dots (7)$$

ここで、数式上 F 2 は F 1 よりも大きくなりうるが、F 2 は F 1 以下とする。また、F 2 はマイナスにもなりうるが、0.5 Nm³/ton/min 以下にはしない。

(7) (5) において、C が 1 % より高い領域での底吹きガス流量 (Q 1 : Nm³/ton/min) と、C が 1 % 以下の領域での底吹きガス流量 Q 2 との比で表わされる

(8) 式の γ が -2 ~ 1 の範囲になるように制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

$$\gamma = (Q 2 / Q 1) - 5 \times (1 - C) \dots\dots\dots (8)$$

(8) (4) において、C が 1 ~ 0.1 % の領域での炉内圧力 ; P 2、上吹き酸素供給速度 ; F 2、底吹きガス流量 ; Q 2 を (9) 式の δ が 5 ~ 25 の範囲になるように制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

$$\delta = \{ (F 2 \times P 2) / Q 2 \}^{1/2} / C \dots\dots\dots (9)$$

(9) (4) ~ (8) において、上吹き酸素により鋼浴表面に形成されるキャビティー深さ (L : m) と浴径 (D : m) の比 (L / D) を 0.15 ~ 0.35 に制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

(10) (2) 又は (3) の制御をする下限の鋼浴中炭素濃度が (10) 式の C_B を用いて $C_B \times 0.6 \sim C_B \times 1.8$ の範囲内にあることを特徴とする加圧転炉製鋼法。

$$C_B = 0.078 \times P + 0.058 \times F - 1.3 \times Q - 0.00069 \times W_m + 0.49 \quad (10)$$

5 但し P : 炉内圧力 (kg/cm^2)

F : 上吹き酸素供給速度 ($\text{Nm}^3/\text{ton}/\text{min}$)

Q : 底吹きガス流量 ($\text{Nm}^3/\text{ton}/\text{min}$)

W_m : 溶鋼量 (ton)

(11) (5) ~ (9) の制御を開始する鋼浴中炭素濃度 C が (10) 式の C_B を用いて $C_B \times 0.6 \sim C_B \times 1.8$ の範囲内にあることを特徴とする加圧転炉製鋼法。

(12) (4) において、鋼浴中炭素濃度 C が (10) 式の C_B を用いて $C_B \times 0.6 \sim C_B \times 1.8$ の範囲内の領域に入った以降、(10) 式の C_B が $C \times 0.6 \sim C \times 1.8$ の範囲内になるように炉内圧力 P 、上吹き酸素供給速度 F 、底吹きガス流量 Q の制御をすることを特徴とする加圧転炉製鋼法。

吹錬中の炭素濃度は、上吹きと底吹きの全酸素原単位に基づき経験的に得られた脱炭酸素効率による推定や、中間サンプリングや排ガス分析からの間接的な推定、あるいは、オンライン分析やオンサイト分析による連続又は半連続的な直接分析値により得られる値である。

20 また、キャビティー深さ L は以下の式で計算される。

$$L G = H_c / (0.016 \cdot L^{0.5}) - L \quad \dots\dots (11)$$

$$H_c = f(P_o / P_{op}) \cdot M_{op} \cdot (4.2 + 1.1 M_{op}^2) \cdot d$$

$$f(X) = -2.709 X^4 + 17.71 X^3 - 40.99 X^2 + 40.29 X - 12.90$$

$$(0.7 < X < 2.1)$$

$$25 \quad f(X) = 0.109 X^3 - 1.432 X^2 + 6.632 X - 6.35 \quad (2.1 < X < 2.5)$$

$$X = P_o / P_{op}$$

L : 溶鉄のキャビティー深さ (mm)

$L G$: ランス先端と溶鉄静止湯面間の距離 (mm)

P_o : ノズル絶対二次圧 (kgf/cm^2)

P_{OP} : ノズル適正膨張絶対二次圧 (kgf/cm²)

M_{OP} : 適正膨張時吐出マッハ数 (—)

d : ノズルスロート径 (mm)。

ここで、ランスノズルの絶対二次圧 P_0 とはランスノズルのスロート前の淀み部の絶対圧である。また、ランスノズルの適正膨張絶対二次圧 P_{OP} は以下の (12) 式で計算される。

$$S_e / S_t = 0.259 (P / P_{OP})^{-5/7} \{ 1 - (P / P_{OP})^{2/7} \}^{-1/2} \quad \dots (12)$$

S_e : ランスノズル出口部の面積 (mm²)

S_t : ランスノズルスロート部の面積 (mm²)

10 P : ランスノズル出口雰囲気絶対圧 (kgf/cm²)

P_{OP} : ランスノズル適正膨張絶対二次圧 (kgf/cm²)

ここで、(11) 式中の適正膨張時吐出マッハ数 M_{OP} は以下の (13) 式で計算される。

$$M_{OP} = [5 \cdot \{ (P_{OP} / P)^{2/7} - 1 \}]^{1/2} \quad \dots (13)$$

15 M_{OP} : 適正膨張時吐出マッハ数 (—)

P : ランスノズル出口雰囲気絶対圧 (kgf/cm²)

P_{OP} : ランスノズル適正膨張絶対二次圧 (kgf/cm²)

また、酸素ガス流量は以下の (14) 式より算出される。

$$F_{O_2} = 0.581 \cdot S_t \cdot \epsilon \cdot P_0 \quad \dots (14)$$

20 S_t : ランスノズルスロート部の面積 (mm²)

P_0 : ランスノズル絶対二次圧 (kgf/cm²)

F_{O_2} : 酸素ガス流量 (Nm³/h)

ϵ : 流量係数 (—) (通常は 0.9 ~ 1.0 の範囲内)。

25 図面の簡単な説明

【図1】 浴中に吹き込まれた気泡の挙動を表す模式図。

【図2】 浴中に吹き込まれた気泡の、浴表面からの深さと気泡径との関係に対する炉内圧の影響を示す実験結果 (水モデル) の図。

【図3】 加圧下でのキャビティー深さの実測値と計算値の比較を示す実験結果

(水モデル) の図。

【図 4】 本発明の実施態様を示す模式図。排ガス導入用煙道 8 は集塵機、ガス冷却装置を介して圧力調整装置に連結する。

5 【図 5】 スロッピング発生頻度と F_1 / P_1 、 Q_1 / P_1 の関係を示す実験結果の図。

【図 6】 スロッピング発生頻度と L / D との関係を示す実験結果の図。

【図 7】 炭素濃度 C 、炉内圧力 P_2 と吹き止め時の $(T \cdot F_e)$ との関係を示す実験結果の図。

10 【図 8】 酸素供給速度 F_2 と炭素濃度 C で規定されるパラメータ β と吹き止め時の $(T \cdot F_e)$ との関係を示す実験結果の図。

【図 9】 底吹きガス流量 Q_2 と炭素濃度 C で規定されるパラメータ γ と吹き止め時の $(T \cdot F_e)$ との関係を示す実験結果の図。

15 【図 10】 炉内圧力 P_2 、酸素供給速度 F_2 、底吹きガス流量 Q_2 、炭素濃度 C で規定されるパラメータ δ と吹き止め時の $(T \cdot F_e)$ との関係を示す実験結果の図。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明 (1) ~ (3)、(10) を詳細に説明する。

上底吹き転炉における加圧条件は I 期と II 期とで基本的に異なるものである。

20 I 期においては、生産性を向上させるために酸素供給速度を増大することが目的であり、それに伴う、スプラッシュやダスト、スロッピングの発生を抑制するための条件が重要となる。スプラッシュは上吹き酸素ジェットが浴面に衝突した際の運動エネルギーによる溶鉄の飛散であり、ダストは脱炭反応による CO ガス発生に伴う急激な体積膨張により生成した微細粒子の排ガス流に乗っての飛散で
25 ある。

これらの発生は上吹き酸素供給速度に第一には支配されるが、加圧により運動エネルギーが低下し CO ガス発生に伴う体積膨張量が減るためダストやスプラッシュの発生が抑制される。従って、それらの発生量を低減させるには、圧力のみではなく、上吹き酸素供給速度と圧力の関係において、この両者を適正に制御す

る必要がある。また、スロッピングは上吹き酸素の供給速度が過剰となり、非平衡的に ($T \cdot Fe$) の異常に高いスラグが局所的に生成し、それが炭素濃度の高い溶鉄中に巻き込まれることで爆発的に脱炭反応に伴う CO ガスが発生するために起こる現象である。

- 5 加圧により発生する CO ガスの体積は減少するためスロッピングに対しても加圧は有利に作用するものの、基本的には、上吹き酸素の供給速度と底吹きによる攪拌力とのバランスが崩れ、非平衡的に ($T \cdot Fe$) の異常に高いスラグが生成することが第一の原因である。従って、スロッピングの発生を抑制するには、圧力のみではなく、上吹き酸素供給速度、攪拌用の底吹きガス流量と圧力の関係に
- 10 おいて、この3者を適正に制御する必要がある。

- さらに、I期の生産性を上げる、つまり脱炭速度を大きくした高速脱炭を実行するには、上吹きされた酸素ガスが脱炭反応に利用される効率である脱炭酸素効率を高くする必要がある。I期の場合、脱炭以外に利用される酸素は、脱炭により発生した CO ガスを炉内空間で CO_2 にまで酸化させる、いわゆる2次燃焼に
- 15 消費される。この2次燃焼は排ガス温度を上げて耐火物に多大なる損耗を与えるため抑制する必要がある。

- 2次燃焼は上吹きされた酸素ジェット噴流の外周部から散逸した酸素が炉内空間で CO ガスと反応する機構で起こるため、酸素ジェットの噴流強度が重要で、加圧により上吹き酸素のエネルギー減衰が増大し、浴面到達エネルギーが低下するが、それに加えて、上吹き酸素供給速度と上吹きランスノズル形状、酸素背圧が支配因子となる。したがって、上吹き酸素供給速度、浴面衝突エネルギー、ランスノズル形状、酸素背圧を圧力の変化に応じて調節することが必須となる。
- 20

- つまり、I期の生産性を向上させた上でダスト、スプラッシュ、スロッピングの発生を抑制し溶鋼歩留まりを高く維持し、2次燃焼率を低く抑制するには、請求項1に記載したように、上吹き酸素供給速度と底吹きガス流量を炉内圧力の変化に応じて調節することが必須となる。
- 25

本発明者らの詳細な研究によれば、炉内圧力の変化に起因する底吹攪拌条件の変化は、I期の脱炭吹錬に対して従来考えられていた以上に大きな影響を与える事が明らかとなった。つまり、底吹攪拌においては、単に (1) ~ (3) 式で示

した、 ε 、 τ 、BOCという指標から推定される影響よりも、炉内圧力を上げる
ことによる脱炭特性の悪化ははるかに大きい。これは、これらの指標が、浴表面
とガス吹き込み位置である炉底とのヘッド差による気泡膨張の仕事を計算してい
るのに対して、実際には、脱炭反応が起こる溶鋼表面での攪拌状態が主に脱炭特
5 性を支配しているためである。

溶鉄 1 1 の浴内に吹き込まれた気泡 1 3 は、上昇するにつれて次第に膨張する
が、膨張に伴い個々の気泡径が大きくなるため、隣接する気泡と合体せずに膨張
するためには、気泡上昇領域 1 2 が横に広がる必要がある（図 1）。隣接する気
泡と合体した場合には、気泡径が更に大きくなるため浮上速度が加速され、気泡
10 上昇領域 1 2 は広がらずに気泡径が益々増大し、爆発的に表面に到達する。これ
に対して、気泡上昇領域 1 2 が広がることのできる場合には、隣接する気泡とは
合体せずに気泡径が静圧に釣り合った安定気泡径で維持されるため、浮上速度は
遅く、ゆっくりと気泡 1 3 は浮上する。気泡が合体するか気泡上昇領域が横に広
がるかは、浮力のエネルギーと表面張力エネルギーとの関係で決まる。

15 本発明者らは基礎実験により図 2 に示すような気泡径の変化曲線を得た。つま
り、気泡が合体するか気泡上昇領域が横に広がるかの臨界条件は、表面近くの静
圧の影響を大きく受け、 1 kg/cm^2 よりも炉内圧力を上昇させると、表面近くでの
爆発的な気泡径の増加が無くなることが明らかとなった。このように表面近くの
爆発的な気泡径の増加は、溶鋼表面の攪拌に大きく寄与し、前記のスロッピング
20 を誘発する非平衡的に（T・Fe）の異常に高いスラグの生成に大きな影響を与
える。この表面近くの爆発的な気泡径の増加は、 ε 、 τ 、BOCの計算からは予
測することが困難であり、本発明で示した、 $F 1 / P 1$ と $Q 1 / P 1$ の制御によ
り始めて可能となったものである。

さらに、上吹きによる脱炭酸素効率の炉内圧力の増加に伴う低下も、従来の
25 L' や $(X - H_c) / d$ との関係からは予測できず、(1 1) ~ (1 4) 式に示し
たキャビティー深さ L の計算式により加圧状態での圧力の影響を正確に評価した
上で、 L / D を制御して始めて可能となったものである。図 3 は加圧下でのキャ
ビティー深さの測定値と (1 1) ~ (1 4) 式により計算された L 、及び、(4)
式で計算された L' との関係を示したものであるが、 L は実測値と良い対応があ

る。

加圧下での噴流の挙動は、噴流周囲のガス密度が大きいため、超音速コアが短くなるとともに、噴流の広がりが大きくなるという特徴があるため、周囲のCOガスの酸素噴流への巻き込みは大きくなる。しかも、 $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ の反応は加圧により進みやすくなるため、2次燃焼が極めて起こりやすい状態となる。従って、キャビティー深さを正確に制御しない限り、2次燃焼率は増大し脱炭酸素効率は低下する。

本発明の実施態様を図4に模式的に示す。図4において、1は転炉鉄皮、2は内張り耐火物、3は底吹き羽口、4は溶鉄、5は酸素ジェット、6は上吹きランス、7は締結装置、8は排ガス導入用煙道であり、Lは溶鉄のキャビティー深さを示す。

本発明の構成要件における数値その他の限定理由は以下のとおりである。

請求項1で、本発明を上底吹き転炉での操業に規定した理由は、上吹き転炉では底吹き攪拌力が自由に制御できず、底吹き転炉では酸素供給速度と底吹き攪拌力が一般的には比例するため独立に制御できないためである。上底吹き転炉としての底吹きガスや吹き込み方法は種々あるが、本発明には、底吹きガスとして、酸素とLPG、酸素とLPGに不活性ガス、二酸化炭素、一酸化炭素の1種又は2種以上を併用した場合、不活性ガス、二酸化炭素、一酸化炭素の1種または2種以上を用いた場合を包含し、吹き込み方法としては、単管、スリット管、2重管、3重管を1本又は多数本用いた羽口煉瓦、及び、多孔質煉瓦を包含する。

加圧転炉の定義としては、炉内圧力を吹錬中の全部又は一部の期間に亘って大気圧よりも高圧に設定することとした。炉内圧としては、加圧による生産性向上の効果を得るためには 1.2 kg/cm^2 以上が望ましく、設備投資額を必要最低限に抑制するという理由及び圧力を高くしすぎると、圧力によりスラグが耐火物気孔に浸潤しやすくなり、耐火物寿命が低下するので 5 kg/cm^2 以下が望ましい。

請求項2、3は請求項1と同様にI期の操業条件を定めたものである。I期の規定として鋼浴中炭素濃度；Cを0.5%よりも高い領域とした。I期からII期へ遷移する炭素濃度は、底吹き攪拌や上吹き酸素供給速度により0.2～0.5%の範囲で変化するが、0.5%以上であれば、脱炭速度は酸素の供給速度に律速

される I 期に入る。

また請求項 10 においては I 期から II 期へ遷移する C 濃度を (10) 式の C B を用いて $C B \times 0.6 \sim C B \times 1.8$ よりも高い領域とした。

$$C B = 0.078 \times P + 0.058 \times F - 1.3 \times Q - 0.00069 \times W_m + 0.49 \quad (10)$$

5 但し P : 炉内圧力 (kg/cm^2)

F : 上吹き酸素供給速度 ($\text{Nm}^3/\text{ton/min}$)

Q : 底吹きガス流量 ($\text{Nm}^3/\text{ton/min}$)

W_m : 溶鋼量 (t)

10 C B は、脱炭反応が酸素供給律速 (I 期) から炭素移動律速 (II 期) に移行する臨界炭素濃度である。本発明者らは詳細な実験により、加圧下での C B を記述する新たな実験式を構築した。つまり、炉内圧 P、上吹き酸素供給速度 F、底吹きガス流量 Q とにより、線形の重回帰式として整理したものである。特に Q にかかる係数が大きく、すでに述べたように、加圧下での底吹きの脱炭特性に対する影響が大気圧下では推定しえないほど極めて大きいことを示している。

15 請求項 2、3 の制御を行う下限の炭素濃度が $C B \times 1.8$ よりも高い場合には、必要以上に高い炭素濃度から圧力や送酸速度を低下させたり底吹き攪拌を強くしたりすることで本来 II 期でおこなうべき制御に移るため脱炭時間が増加して生産性を阻害することや、過剰な強攪拌により羽口耐火物を溶損させるという問題が生じる。また、 $C B \times 0.6$ よりも低い場合には、II 期に移行した後まで、過剰に高い
20 圧力や送酸速度や低すぎる攪拌力で精錬するという本来 I 期でおこなうべき精錬制御を続けるため、溶鋼が過酸化状態となる。

請求項 2 において、 F_1/P_1 を 1.1 ~ 4.8、 Q_1/P_1 を 0.05 ~ 0.35 の範囲に制御するのは、I 期の生産性を向上させた上でダスト、スプラッシュ、スロッピングの発生を抑制し溶鋼の歩留まりを高く維持するための条件を規定したものである。ダストやスプラッシュの発生は圧力と上吹き酸素供給速度に
25 支配され F_1/P_1 を 4.8 以下とすることで抑制でき高い溶鋼歩留まりを得ることが出来る。 F_1/P_1 が 1.1 より小さい場合にはダストやスプラッシュの発生は少ないが脱炭速度が小さいため生産性が低く実用的ではない。

高速脱炭時のスロッピングを抑制するには図 5 に示すように F_1/P_1 を 4.

8以下とすることと Q_1/P_1 を0.05～0.35に制御することが必要となる。スロッピングは上吹き酸素の供給速度と底吹きによる攪拌力とのバランスが崩れ、非平衡的に $(T \cdot Fe)$ の異常に高いスラグが生成することが第一の原因である。 Q_1/P_1 は底吹きによる攪拌力の条件を規定したものであり0.05
5より小さい場合には攪拌が小さいためスロッピングが発生しやすく、0.35より大きい場合には非平衡的に $(T \cdot Fe)$ の異常に高いスラグが生成することは無いが、攪拌が強すぎるため鋼浴の揺動が激しく生じ、揺動によりスラグや溶鉄が転炉外へ飛散するという問題が起こる。

F_1/P_1 は酸素の供給速度を規定したもので4.8よりも大きい場合には攪
10拌をいかに強くしても非平衡的に $(T \cdot Fe)$ の異常に高いスラグが生成することは避けられずスロッピングが多発する。特に、本発明者らにより、攪拌とスロッピングとの関係に対する圧力の影響を明確にしたことではじめて、加圧転炉での高速脱炭操業が可能になった。

請求項3における上吹き酸素により鋼浴表面に形成されるキャビティー深さ L
15と浴径 D の比 (L/D) を0.08～0.30に制御することも、I期の生産性を向上させた上でダスト、スプラッシュ、スロッピングの発生を抑制し、かつ、2次燃焼率を低く維持し、溶鋼歩留まりを高くするための条件を規定したものである。つまり (L/D) が0.08よりも小さい場合には、上吹き酸素噴流の強度が小さすぎるため図6に示すように2次燃焼率の増大による耐火物溶損を招く
20上に、上吹き火点（上吹き酸素が浴面に衝突して形成される高温領域）の温度が低下するため非平衡的に $(T \cdot Fe)$ の異常に高いスラグが生成することは避けられずスロッピングが多発する。

逆に、 (L/D) が0.30よりも大きい場合には、上吹き酸素噴流の強度が強すぎるためスプラッシュの発生が激しくなる。また、この場合には火点で非平
25衡的に生成した $(T \cdot Fe)$ が上吹き噴流による下向きの力で鋼浴内深くに巻き込まれるため、COガス発生時の溶鋼静圧が大きくなり僅かの $(T \cdot Fe)$ でも極めてスロッピングしやすくなるという問題も生じる。キャビティー深さに対する圧力の影響を明確にしたことは、本発明者らにより、はじめて成し遂げられたことであり、このことと2次燃焼率やスロッピング発生条件との関係を定量的に

解明した結果、はじめて加圧転炉での高速脱炭操業が可能になった。

以下、本発明（４）～（９）、（１１）、（１２）を詳細に説明する。

Ⅱ期においては、生産性を高く維持しつつ過酸化を抑制することが目的であり、炭素濃度の変化に応じた圧力、酸素供給速度、攪拌力の制御が重要である。この

5 領域の脱炭速度（ K ； $\%C/min$ ）は以下の式で表される。

$$K = dC / dt = (Ak / V) \cdot (C - C_0)$$

ここで、 C は炭素濃度、 t は時間、 A は反応界面積、 k は炭素の物質移動係数、 V は溶鉄体積、 C_0 は平衡炭素濃度を表す。 K を大きくするには A 、 k の増加と
10 C_0 の低下が必要となり、 K で規定される脱炭速度に見合う速度で酸素を上吹きすれば、原理的には全く溶鉄の酸化や溶鋼への酸素の吸収を引き起こすこと無しに脱炭を進行させることができる。

操業的には、炭素の移動速度を増大させるための、炭素濃度に応じた底吹き攪拌力の付与と、その攪拌力に見合った酸素供給速度の確保、及び、脱炭反応を効率的に進行させるための上吹き火点（上吹き酸素が浴面に衝突して形成される高温領域）の確保が必要となる。ここで、底吹き攪拌は浴中のマクロ的な循環流の形成を通して炭素の移動速度の増大と、上吹き火点域への底吹き気泡の浮上によるスラグとメタルのエマルジョンの形成による反応界面積の増大をもたらし、上
15 吹き火点は高温状態を形成することによる平衡炭素濃度の低下と、上吹き噴流によるスラグとメタルのエマルジョンの形成による反応界面積の増大をもたらす。

20 圧力を付与した場合には、底吹きされたガスの表面近傍での体積増加量の低下と上吹き酸素の噴流エネルギー減衰の増大により、底吹き攪拌力の減少、エマルジョン形成状態の低下が起こるため、これらを、反応速度に対する影響として定量的に把握した上で、底吹き攪拌力、上吹き酸素の噴流エネルギー、酸素供給速度、炉内圧力とを炭素濃度との関係において適正に制御する必要がある。つまり、
25 高生産性を維持した上で、溶鋼の過酸化を抑制し高い歩留まりと高清浄度鋼を得るには、請求項４に記載したように、上吹き酸素供給速度、底吹きガス流量、炉内圧力を鋼浴中炭素濃度の推移に応じて変化させることが必須となる。

本発明の構成要件における数値その他の限定理由は以下のとおりある。

請求項４で、本発明を上底吹き転炉での操業に規定した理由は、上吹き転炉で

は底吹き攪拌力が自由に制御できず、底吹き転炉では酸素供給速度と底吹き攪拌力が一般的には比例するため独立に制御できないためである。上底吹き転炉としての底吹きガスや吹き込み方法は種々あるが、本発明には、底吹きガスとして、酸素とLPG、酸素とLPGに不活性ガス、二酸化炭素、一酸化炭素の1種又は2種以上を併用した場合、不活性ガス、二酸化炭素、一酸化炭素の1種または2種以上を用いた場合を包含し、吹き込み方法としては、単管、スリット管、2重管、3重管を1本又は多数本用いた羽口煉瓦、及び、多孔質煉瓦を包含する。

加圧転炉の定義としては、炉内圧力を吹錬中の全部又は一部の期間に亘って大気圧よりも高圧に設定することとした。炉内圧としては、加圧による生産性向上の効果を得るためには1.2 kg/cm²以上が望ましく、設備投資額を必要最低限に抑制するという理由及び圧力を高くしすぎると、圧力によりスラグが耐火物気孔に浸潤しやすくなり、耐火物寿命が低下するので5 kg/cm²以下が望ましい。また、Ⅱ期の場合には、加圧状態から炭素濃度の低下に従い復圧し、吹き止め時点、又は、吹き止めに近い炭素濃度領域では、大気圧あるいは排ガスを吸引するため0.9 kg/cm²以上の軽減圧下での操業に、圧力を連続状又はステップ状に低下させ移行せしめることを含めて加圧転炉と定義している。

請求項5～8は請求項4と同時にⅡ期の操業条件を定めたものである。Ⅱ期の操業条件を規定する炭素濃度範囲としてはCを1%よりも低い領域とした。Ⅰ期からⅡ期へ遷移する炭素濃度は前述のように0.2～0.5%の範囲で変化するが、Ⅱ期で過酸化を抑制した吹錬を行うにはⅡ期以降の吹錬条件を適正にするのみでは不十分であり、より高い炭素濃度域から適正な吹錬条件を選択する必要がある。その臨界の炭素濃度として、本発明者らは詳細な実験に基づき1%であることを見いだしたものである。

請求項11においては、Ⅱ期の操業条件を規定する炭素濃度範囲としてはCを(10)式のCBを用いてCB×0.6～CB×1.8よりも低い領域とした。

CBは前述のように脱炭反応が酸素供給律速(Ⅰ期)から炭素移動律速(Ⅱ期)に移行する臨界炭素濃度であり、本発明者らは詳細なる実験により、加圧下でのCBを記述する新たな実験式を構築したものである。

請求項5～9の制御を開始する上限のC濃度がCB×1.8よりも高い場合には、

必要以上に高いC濃度から本来Ⅱ期でおこなうべき制御に移るため脱炭時間が増加して生産性を阻害したり羽口耐火物を溶損させるという問題が生じる。また、 $CB \times 0.6$ よりも低い場合には、Ⅱ期に移行した後まで本来Ⅰ期でおこなうべき精錬制御を続けるため、溶鋼が過酸化状態となる。

- 5 請求項5は、炭素濃度Cの推移に応じた炉内圧力P₂の制御について規定したものであり、図7に示すようにP₂を(5)式で規定されるP_Aと(6)式で規定されるP_Bの範囲になるように制御することからなる。

$$P_A = 0.8 + 5 \times C \quad \dots\dots (5)$$

$$P_B = 2 \times C \quad \dots\dots (6)$$

- 10 ここでCは、wt%でありP_A、P_Bは(kg/cm²)であるが、関係をとったものであり単位の不整合は問題にならない。

圧力は高い方が生産性を高めるための高速酸素供給速度には適しているが、底吹き攪拌力、上吹き酸素の噴流エネルギーが低下するために反応界面積や炭素の物質移動係数が低下する。この両者の関係から定量的な最適圧力変更パターンを

- 15 検討した結果得られたのが(5)、(6)式である。

言い換えると、上吹き酸素による脱炭反応は、火点で生成されたFeOと鋼浴中炭素との反応であり、火点で生成されるFeOは炭素濃度や圧力によらずに常に純粋なFeOであるため反応速度は炭素濃度のみで決まる。従って炭素が高い場合は反応速度が速いためCO気泡の核生成速度が追従できず大きなCO気泡が生成し、当該気泡が破裂することによるスプラッシュの飛散が大きい。したがって、スプラッシュを抑制するには、炭素濃度が高い場合には圧力を高圧に設定する必要がある。逆に、炭素濃度が下がった状態で圧力を高くすると、スプラッシュは少ないものの、平衡炭素濃度であるC₀が増大するため脱炭速度が低下する。

- つまり、P_Aよりも大きい場合には復圧のタイミングが遅すぎることを意味し
25 平衡炭素濃度であるC₀が増大するため脱炭速度が低下し過剰な酸素が溶鉄を酸化したり溶鋼中に溶解し、スラグの(T・Fe)や溶鋼酸素濃度の上昇を招く。
また、P_Bよりも小さい場合には復圧のタイミングが早すぎることを意味しⅠ期、又は、Ⅰ期に近い状態で復圧されるため激しいスプラッシュの発生が起こる。さらに炭素濃度が高い状態で復圧した場合には、溶鋼中の炭素濃度が高いために

($T \cdot F_e$) との反応性が大きく、僅かの ($T \cdot F_e$) でも激しく CO ガスが発生し極めてスロッピングしやすくなるという問題も生じる。

請求項 6 は、請求項 5 で規定した炭素濃度 C の推移に応じた炉内圧力 P_2 の制御に加えて、炭素濃度 C に応じた上吹き酸素供給速度 F_2 の制御について規定したものであり、 C が 1 % より高い領域での上吹き酸素供給速度 F_1 に対し、1 % 以下の領域での上吹き酸素供給速度 F_2 を (7) 式の β が $-0.25 \sim 0.5$ の範囲になるように制御することからなる。

$$\beta = (F_2 / F_1) - C \quad \cdots \cdots (7)。$$

つまり、酸素供給速度は高い方が生産性を高めるためには適しているが、底吹き攪拌力、上吹き酸素の噴流エネルギーで決まる反応界面積 A 、炭素の物質移動係数 k で規定される脱炭速度よりも過剰に供給すれば、過酸化度が大きくなりスラグの ($T \cdot F_e$) や溶鋼酸素濃度の上昇を招く。本発明者による詳細な実験により、請求項 5 で示した圧力の制御を前提とすれば図 8 に示すように β を $-0.25 \sim 0.5$ の範囲に制御する必要があることが明らかとなった。 β が -0.25 よりも小さい場合には、酸素供給速度の低下が大きすぎるため過酸化は抑制されるが吹酸時間が大幅に増大するため生産性を低下させ、 0.5 よりも大きい場合には、酸素供給速度の低下が小さすぎるため過酸化が起こりスラグの ($T \cdot F_e$) や溶鋼酸素濃度の上昇を招く。

請求項 7 は、請求項 5 で規定した炭素濃度 C の推移に応じた炉内圧力 P_2 の制御に加えて、炭素濃度 C の推移に応じた底吹きガス流量 Q_2 の制御について規定したものであり、 C が 1 % より高い領域での底吹きガス流量 Q_1 に対し、1 % 以下の領域での Q_2 を (8) 式の γ が $-2 \sim 1$ の範囲になるように制御することからなる。

$$\gamma = (Q_2 / Q_1) - 5 \times (1 - C) \quad \cdots \cdots (8)。$$

つまり、底吹き攪拌力は高い方が炭素の物質移動係数 k で規定される脱炭速度が大きいため生産性が高いが、過剰に大きくした場合には底吹きガスコストの増大や耐火物寿命の低下という問題を引き起こす。本発明者による詳細な実験により、請求項 5 で示した圧力の制御を前提とすれば図 9 に示すように γ を $-2 \sim 1$ の範囲に制御する必要があることが明らかとなった。

γ が -2 よりも小さい場合には、炭素濃度の低下に応じた底吹き攪拌力の増加が少なすぎるため、酸素供給速度が過剰となり過酸化が起こるためスラグの (T・Fe) や溶鋼酸素濃度の上昇を招く。 γ が 1 よりも大きい場合には低い炭素濃度域での攪拌力が強くなりすぎるため、底吹きガスコストの増大や耐火物寿命の低下という問題を生ずるとともに、鋼浴の揺動が激しく生じ、揺動によりスラグや溶鉄が転炉外へ飛散するという問題が起こる。

本発明者らの詳細な研究によれば、炉内圧力の変化に起因する底吹き攪拌条件の変化は、Ⅱ期の脱炭吹錬に対して従来考えられていた以上に大きな影響を与える事明らかとなった。つまり、底吹き攪拌においては、単に (1) ~ (3) 式で示した、 ϵ 、 τ 、BOC という指標から推定される影響よりも、炉内圧力を上げることによる脱炭特性の悪化ははるかに大きい。これは、Ⅰ期について前記した通り、これらの指標が、浴表面とガス吹き込み位置である炉底とのヘッド差による気泡膨張の仕事を計算しているのに対して、実際には、脱炭反応が起こる溶鋼表面での攪拌状態が主に脱炭特性を支配しているためである。

すでにⅠ期について図1、図2に基づいて示したように、気泡が合体するか気泡上昇領域が横に広がるかの臨界条件は、表面近くの静圧の影響を大きく受け、 1 kg/cm^2 よりも炉内圧力を上昇させると、表面近くでの爆発的な気泡径の増加が無くなることが明らかとなった。このように表面近くの爆発的な気泡径の増加は、溶鋼表面の攪拌に大きく寄与し、前記の上吹き火点域への底吹き気泡の浮上によるスラグとメタルのエマルジョンの形成による反応界面積の増大に大きな影響を与える。この表面近くの爆発的な気泡径の増加は、Ⅰ期におけると同様、 ϵ 、 τ 、BOC の計算からは予測することが困難であり、本発明で示した、 γ の制御により始めて可能となったものである。

請求項8は、炭素濃度Cの推移に応じた炉内圧力 P_2 、上吹き酸素供給速度 F_2 、底吹きガス流量 Q_2 の3つの因子の相関において、最も効果的に精錬ができる条件を規定したもので、(9)式の δ が5~25の範囲になるように制御するというものである。

$$\delta = \{ (F_2 \times P_2) / Q_2 \}^{1/2} / C \quad \cdots \cdots (9)。$$

すでに詳細に述べたように、加圧転炉におけるⅡ期の操業においては、炭素濃

度 C 、炉内圧力 P_2 、上吹き酸素供給速度 F_2 、底吹きガス流量 Q_2 の 4 つの要因を適正に制御することで始めて高い生産性、高い歩留まりと、過酸化の抑制による高純度化が成し遂げられる。本発明者による詳細な実験により図 10 に示したように δ を 5 ～ 25 の範囲に制御する必要があることが明らかとなった。II 期の脱炭反応は前述のように炭素の物質移動律速であるが、これは、上吹き酸素により酸化されて生成した FeO が、溶鋼中の炭素で還元されるという素過程で反応が進行することを示しており、酸化よりも還元が遅いため還元速度を規定する炭素の物質移動速度で反応が律速されているものである。

この素過程を考慮したものが (9) 式であり、分子である $(F_2 \times P_2)^{1/2}$ は圧力を考慮した酸化指標を、分母である $(Q_2^{1/2} \times C)$ は炭素濃度を考慮した還元指標を表す。酸化指標に圧力が入ることは本発明者によりはじめて明らかにされたことであり、以下の意味を有している。つまり、圧力が高くなった場合には同一の酸素供給速度であっても反応界面の酸素ガスの分圧が高くなるため酸素ポテンシャルは圧力に比例して大きくなる。これは、炉内が酸素以外のガスにより加圧されていても反応界面に到達した酸素ガスの分圧自体も高くなっていることを示しており、これまでは考えられてすらいなかった現象であり、この指標の導入をもって始めて加圧転炉の操業が可能となる。

δ が 5 よりも小さい場合には、酸化速度よりも還元速度が大きすぎるため過酸化は抑制されるが吹酸時間が大幅に増大するため生産性を低下させ、25 よりも大きい場合には、還元速度よりも酸化速度が大きすぎるため過酸化が起こりスラグの $(T \cdot Fe)$ や溶鋼酸素濃度の上昇を招く。

請求項 9 における上吹き酸素により鋼浴表面に形成されるキャビティ一深さ L と浴径 D の比 (L/D) を 0.15 ～ 0.35 に制御することも II 期の生産性を向上させた上で過酸化を抑制するための条件を規定したものである。キャビティ一深さは上吹き酸素の噴流エネルギーを表す指標の 1 つであるが、上吹き酸素噴流は高温の火点を形成することと、強い下向きのエネルギーを鋼浴表面に付与するため激しいエマルジョンを形成する効果の 2 つを持つ。

つまり、 (L/D) が 0.15 よりも小さい場合には、上吹き酸素噴流のエネルギーが小さすぎるため火点温度が低下する上にエマルジョン領域も減少するた

め過酸化が起こる。逆に、 (L/D) が 0.35 よりも大きい場合には、上吹き酸素噴流のエネルギーが強すぎるためスプラッシュの発生が激しくなり操業上の問題を生じる。また、火点で生成した FeO が鋼浴の深い位置まで懸濁するため、大きな静圧を受けるため還元反応が進みにくくなり脱炭反応速度がかえって低下する。

加圧下での噴流の挙動は、噴流周囲のガス密度が大きいと、超音速コアが短くなるとともに、噴流周囲のガスによる抵抗が大きいため噴流の広がりや極めて大きくなるという特徴がある。従って、加圧下での上吹き噴流により形成されるキャビティ形状は、大気圧下でランスの上下動等による変化からは想定もできないほど大きく変わり、本発明で示したように正確な値を求めた上で制御して初めて効率的な精錬が可能となる。

請求項 12 においては、鋼浴中炭素濃度 C が (10) 式の CB を用いて $CB \times 0.6 \sim CB \times 1.8$ の範囲内の領域に入った以降、(10) 式の CB が $C \times 0.6 \sim C \times 1.8$ の範囲内になるように炉内圧力 P 、上吹き酸素供給速度 F 、底吹きガス流量 Q の制御をする。制御を開始する C の範囲については、請求項 11 と同様の考え方に基づく。

(10) 式を用いて制御を行う理由は、(10) 式が脱炭反応が酸素供給律速 (I 期) から炭素移動律速 (II 期) に移行する臨界炭素濃度を記述する式であるためである。つまり、鋼中炭素濃度が常に CB となるように、 P 、 F 、 Q の 1 種又は 2 種以上を制御すれば、II 期には入らずに溶鋼の過酸化は防げ、かつ、最大の脱炭速度を得られるため高い生産性となるためである。この制御を $CB \times 1.8$ よりも高い領域で実施した場合には、圧力や送酸速度を低下させたり底吹き攪拌を強くしたりすることで必要以上の過酸化防止精錬を行うため脱炭時間が増加して生産性を阻害することや、過剰な強攪拌により羽口耐火物を溶損させるという問題が生じる。また、 $CB \times 0.6$ よりも低い領域で実施した場合には、過剰に高い圧力や送酸速度や低すぎる攪拌力で精錬するという I 期の精錬制御を II 期に移行した状態でも続けるため、溶鋼が過酸化状態となる。

[実施例]

試験は 5 トン規模の試験転炉で実験した。上吹きランスはスロート径を 5 ～ 2

0 mmに変化させた3～6孔のラバールノズルランスを用い、底吹きは内管を酸素、外管をLPGとした2重管羽口を2本炉底に設置して用いた。排ガスは転炉炉口に締結された水冷フードを経て未燃焼の状態で集塵系へと導かれ、途中に設けた圧力調整弁で炉内圧を調整した。吹錬初期は窒素ガスを導入して強制加圧したが、ほとんどの吹酸中は発生するCO、CO₂により自己加圧した。

温度はサブランスにより測定し、炭素濃度は、サブランスによる中間サンプリングと排ガス量、排ガス組成とにより推定した。スロッピング、スピittingの状況は炉内監視カメラの映像に基づき判断し、ダスト発生量は集塵器で回収された全ダスト量を秤量して評価し、溶鋼量あたりの発生量(kg/t)を脱炭量(Δ [%C])で割った値(kg/t/ Δ [%C])で評価した。

溶銑は高炉で溶製され溶銑予備処理を実施した、Cが約4.3%、Siが約0.12%、Mnが約0.25%、Pが約0.02%、Sが約0.015%のものを約5 t用い、転炉装入前の温度は1300℃程度であった。実施例1～比較例3では、吹き止め炭素濃度は0.6%程度、温度は1580℃程度であった。また、実施例4～比較例8では、吹き止め炭素濃度は0.05%程度、温度は1650℃程度であった。

(実施例1)

実施例1は、炉内圧力(P1)が1.5～2.5 kg/cm²の範囲で変化するのに対応して、上吹き酸素供給速度(F1)を4.5～7.5 Nm³/ton/min、と底吹きガス流量(Q1)を0.3～0.5 Nm³/ton/minに変化させることで、F1/P1を3、Q1/P1を0.2に制御した。また、ランス高さ、ノズル径、ノズル数を適正にすることで、キャビティ深さと浴径の比(L/D)は0.12～0.24であった。その結果、スロッピングや浴面の揺動は発生せずに安定した脱炭精錬が実施でき、ダスト発生量は2.2 kg/t/ Δ [%C]と少なく、脱炭酸素効率は93%、2次燃焼率は5%であった。

(実施例2)

実施例2は、炉内圧力(P1)が1.1～3.2 kg/cm²の範囲で変化するのに対応して、上吹き酸素供給速度(F1)を3.5～9.5 Nm³/ton/min、と底吹きガス流量(Q1)を0.2～0.8 Nm³/ton/minに変化させることで、F1/

5 P 1を3. 5、Q 1／P 1を0. 2 7に制御した。また、ランス高さ、ノズル径、ノズル数を適正にすることで、キャビティー深さと浴径の比（L／D）は0. 1 9～0. 2 6であった。その結果、スロッピングや浴面の揺動は発生せずに安定した高速脱炭精錬が実施でき、ダスト発生量は2. 1 k g／t／Δ [%C] と少なく、脱炭酸素効率は9 5 %、2次燃焼率は4 %であった。

(比較例 3)

比較例 3 は、炉内圧力（P 1）が1. 5～2. 5 kg/cm²の範囲で変化するのに対応して、上吹き酸素供給速度（F 1）を1. 5～3. 5 Nm³/ton/min、と底吹きガス流量（Q 1）を0. 0 5～0. 1 5 Nm³/ton/minに変化させることで、F 10 1／P 1を0. 8、Q 1／P 1を0. 0 3に制御した。また、ランス高さ、ノズル径、ノズル数を適正にすることで、キャビティー深さと浴径の比（L／D）は0. 1 2～0. 2 4であった。その結果スロッピングが多発し安定した脱炭精錬は実施できず、ダスト発生量は5. 6 k g／t／Δ [%C] で、脱炭酸素効率は8 4 %、2次燃焼率は1 5 %であった。

15 次に本発明（4）～（9）についての実施例を示す。

実施例及び比較例の条件と結果とを表 1 に示す。

表 1

| | | P2と Cの 関係 | F2/F1 とC の関係 | Q2/Q1 とC の関係 | δ | L/D | 吹止 T.Fe % | 吹止 酸素 ppm | 溶鋼 歩留 % | 脱炭 時間 分 | その他 | 評価 |
|---------|---|-----------------|--------------------|--------------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|----|
| 実施 例 | 4 | B | c | ハ | 7 ～20 | 0.20 ～0.30 | 12.0 | 400 | 95.5 | 6.1 | 安定操業 | ◎ |
| | 5 | B | c | ハ | 3 ～15 | 0.20 ～0.30 | 12.4 | 425 | 95.4 | 8.1 | 安定操業 | ○ |
| | 6 | B | c | ハ | 12 ～35 | 0.20 ～0.30 | 14.3 | 565 | 94.1 | 7.2 | 安定操業 | ○ |
| 比較 例 | 7 | A | a | ハ | 18 ～45 | 0.20 ～0.30 | 21.0 | 850 | 93.5 | 6.1 | スロッピ ング発生 | × |
| | 8 | C | d | ハ | 2 ～10 | 0.20 ～0.30 | 12.8 | 405 | 95.5 | 14.5 | 低生産性 | × |

20 実施例 4 は図 7～図 9 における、B、c、ハに示した関係で、圧力、炭素濃度、酸素供給速度、底吹きガス流量を制御した場合で、δ も 7～2 0、L／D も 0. 2 0～0. 3 0 の適正範囲にある。その結果、吹き止めの（T・F e）や溶解酸

素濃度が低く高い歩留の転炉吹錬がわずか6. 1分という短時間で、スロッピングの発生もなく実施できた。

比較例7は実施例4に対して図7、図8における、A、aに示した関係で、圧力、炭素濃度、酸素供給速度を制御した場合で、 L/D は0.20～0.30の
5 適正範囲にあるが δ は18～45であった。その結果、高速吹酸を実施したが、吹き止めの(T・Fe)や溶解酸素濃度が高く歩留も低い上に、スロッピングが発生した。

比較例8は実施例4に対して図7、図8における、C、dに示した関係で、圧力、炭素濃度、酸素供給速度を制御した場合で、 L/D は0.20～0.30の
10 適正範囲にあるが δ は2～10であった。その結果、吹き止めの(T・Fe)や溶解酸素濃度は低く歩留も高かったが、酸素供給時間が長く加圧による高生産性化の効果を得られなかった。

産業上の利用可能性

15 本発明により、加圧転炉により、高い生産性と高い歩留まりで、かつ、過酸化度が低い溶鋼を吹錬すること、及び、低炭素高纯净度鋼の溶製が可能となった。

請求の範囲

1. 上底吹き転炉において、炉内圧力 ($P : \text{kg/cm}^2$) を大気圧よりも高压に設定するとともに、上吹き酸素供給速度 ($F : \text{Nm}^3/\text{ton/min}$) と底吹きガス流量 ($Q : \text{Nm}^3/\text{ton/min}$) を炉内圧力 P の変化に応じて調節することを特徴とする加圧転炉製鋼法。
2. 上底吹き転炉において、鋼浴中炭素濃度が 0.5% よりも高い領域で、炉内圧力 ($P_1 : \text{kg/cm}^2$) を大気圧よりも高压に設定するとともに、上吹き酸素供給速度 ($F_1 : \text{Nm}^3/\text{ton/min}$) と底吹きガス流量 ($Q_1 : \text{Nm}^3/\text{ton/min}$) について、 F_1 / P_1 を $1.1 \sim 4.8$ 、 Q_1 / P_1 を $0.05 \sim 0.35$ の範囲に制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。
3. 請求項 1 又は 2 において、上吹き酸素により鋼浴表面に形成されるキャビティ深さ ($L : \text{m}$) と浴径 ($D : \text{m}$) の比 (L/D) を $0.08 \sim 0.3$ に制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。
4. 上底吹き転炉において、炉内圧力 ($P : \text{kg/cm}^2$) を吹錬中の全部又は一部の期間に渡って大気圧よりも高压に設定するとともに、上吹き酸素供給速度 ($F : \text{Nm}^3/\text{ton/min}$) 及び底吹きガス流量 ($Q : \text{Nm}^3/\text{ton/min}$)、並びに炉内圧力 P を鋼浴中炭素濃度 ($C : \text{wt}\%$) に応じて変化させることを特徴とする加圧転炉製鋼法。
5. 請求項 4 において、鋼浴中炭素濃度 C が 1% 以下の領域で炉内圧力 P_2 を (5) 式で規定される P_A と (6) 式で規定される P_B の間の範囲内になるように制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

$$P_A = 0.8 + 5 \times C \dots\dots (5)$$

$$P_B = 2 \times C \dots\dots (6)$$

6. 請求項 5 において、 C が 1% より高い領域での上吹き酸素供給速度 ($F_1 : \text{Nm}^3/\text{ton/min}$) と、 C が 1% 以下の領域での上吹き酸素供給速度 F_2 との比で表わされる (7) 式の β が $-0.25 \sim 0.5$ の範囲になるように制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

$$\beta = (F_2 / F_1) - C \dots\dots (7)$$

7. 請求項5において、Cが1%より高い領域での底吹きガス流量 ($Q_1 : \text{Nm}^3/\text{ton}/\text{min}$) と、Cが1%以下の領域での底吹きガス流量 Q_2 との比で表わされる (8) 式の γ が $-2 \sim 1$ の範囲になるように制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

$$5 \quad \gamma = (Q_2 / Q_1) - 5 \times (1 - C) \dots\dots\dots (8)$$

8. 請求項4において、Cが1~0.1%の領域での炉内圧力； P_2 ；上吹き酸素供給速度； F_2 、底吹きガス流量； Q_2 を (9) 式の δ が $5 \sim 25$ の範囲になるように制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

$$\delta = \{ (F_2 \times P_2) / Q_2 \}^{1/2} / C \dots\dots\dots (9)$$

10 9. 請求項4~8において、上吹き酸素により鋼浴表面に形成されるキャビティ一深さ ($L : \text{m}$) と浴径 ($D : \text{m}$) の比 (L/D) を $0.15 \sim 0.35$ に制御することを特徴とする加圧転炉製鋼法。

10. 請求項2又は3の制御をする下限の鋼浴中炭素濃度が (10) 式の CB を用いて $CB \times 0.6 \sim CB \times 1.8$ の範囲内にあることを特徴とする加圧転炉製鋼法。

15

$$CB = 0.078 \times P + 0.058 \times F - 1.3 \times Q - 0.00069 \times W_m + 0.49 \quad (10)$$

但し P : 炉内圧力 (kg/cm^2)

F : 上吹き酸素供給速度 ($\text{Nm}^3/\text{ton}/\text{min}$)

Q : 底吹きガス流量 ($\text{Nm}^3/\text{ton}/\text{min}$)

20

W_m : 溶鋼量 (t)

11. 請求項5~9の制御を開始する鋼浴中炭素濃度が (10) 式の CB を用いて $CB \times 0.6 \sim CB \times 1.8$ の範囲内にあることを特徴とする加圧転炉製鋼法。

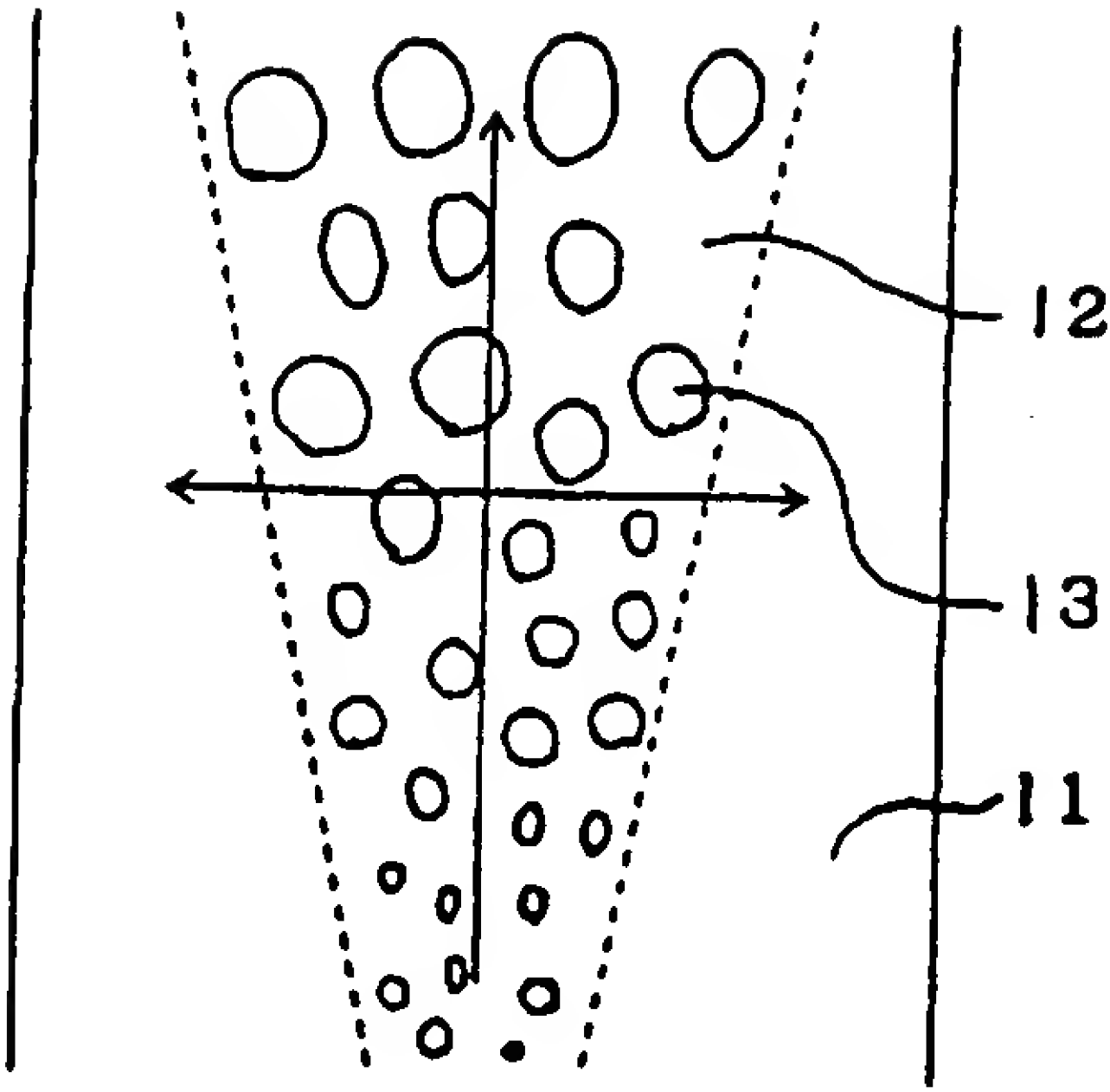
12. 請求項4において、鋼浴中炭素濃度； C が (10) 式の CB を用いて $CB \times 0.6 \sim CB \times 1.8$ の範囲内の領域に入った以降、(10) 式の CB が $C \times 0.6 \sim$

25

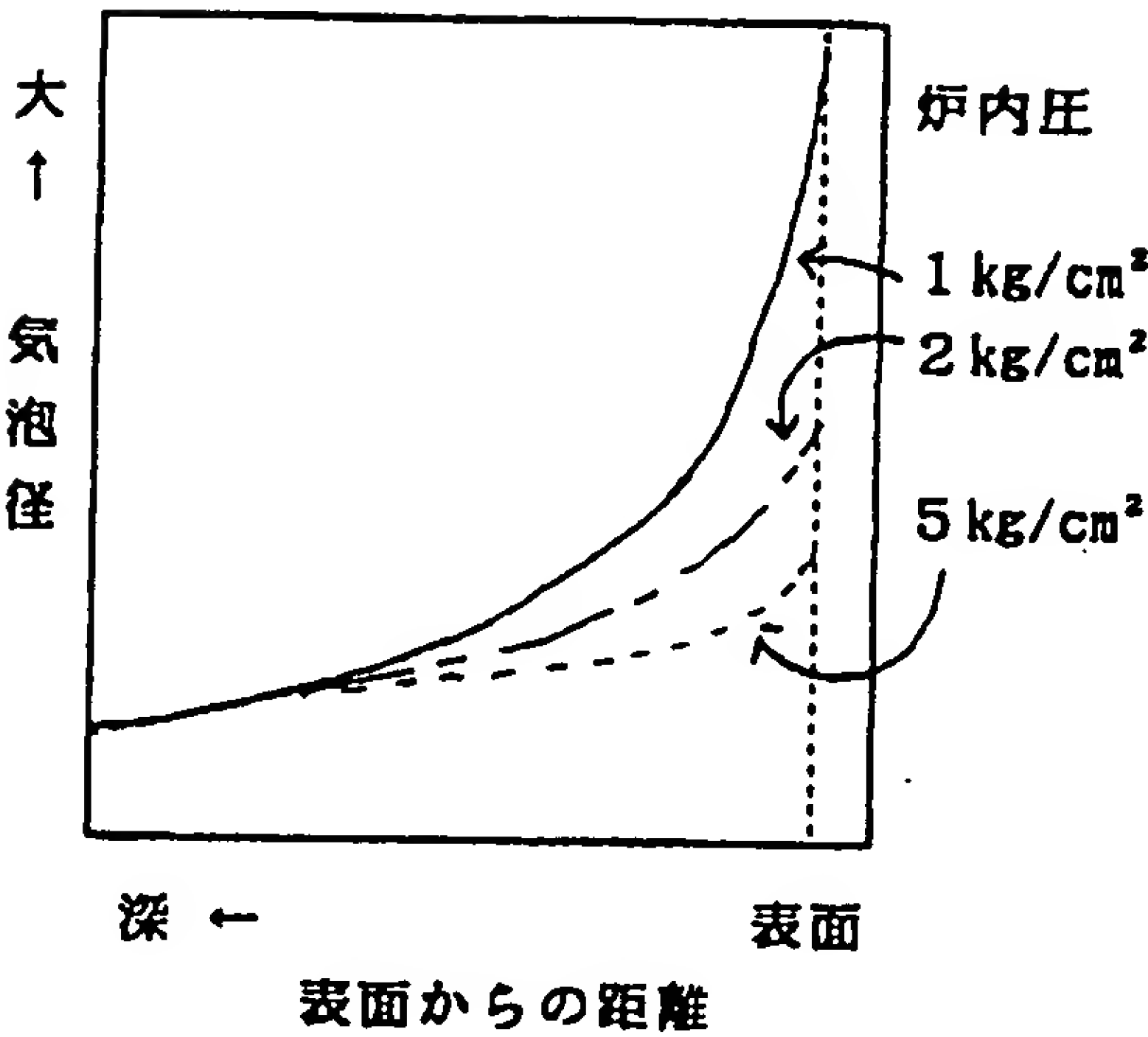
$C \times 1.8$ の範囲内になるように炉内圧力 P 、上吹き酸素供給速度 F 、底吹きガス流量 Q の制御をすることを特徴とする加圧転炉製鋼法。

図 面

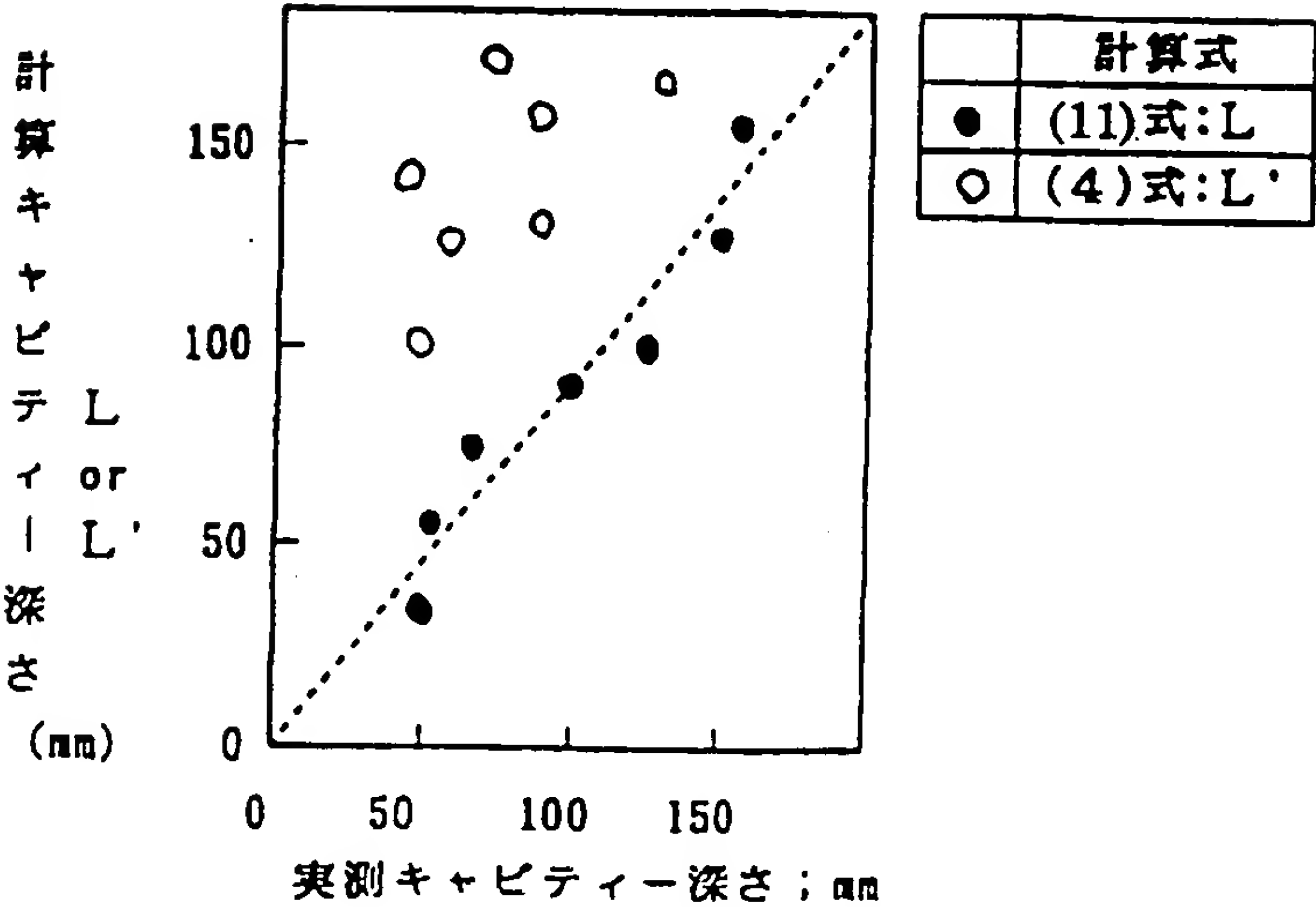
【図 1】



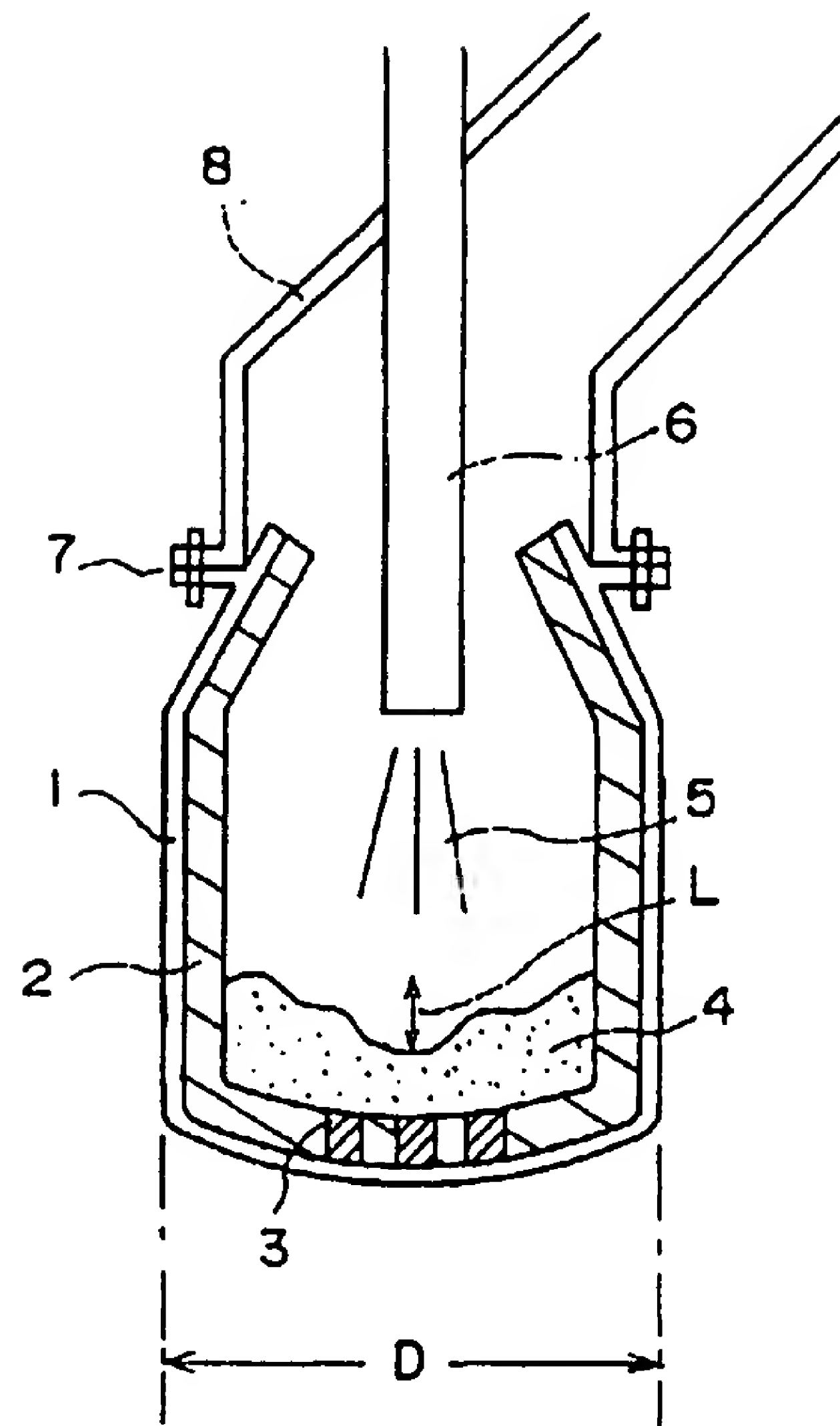
【図 2】



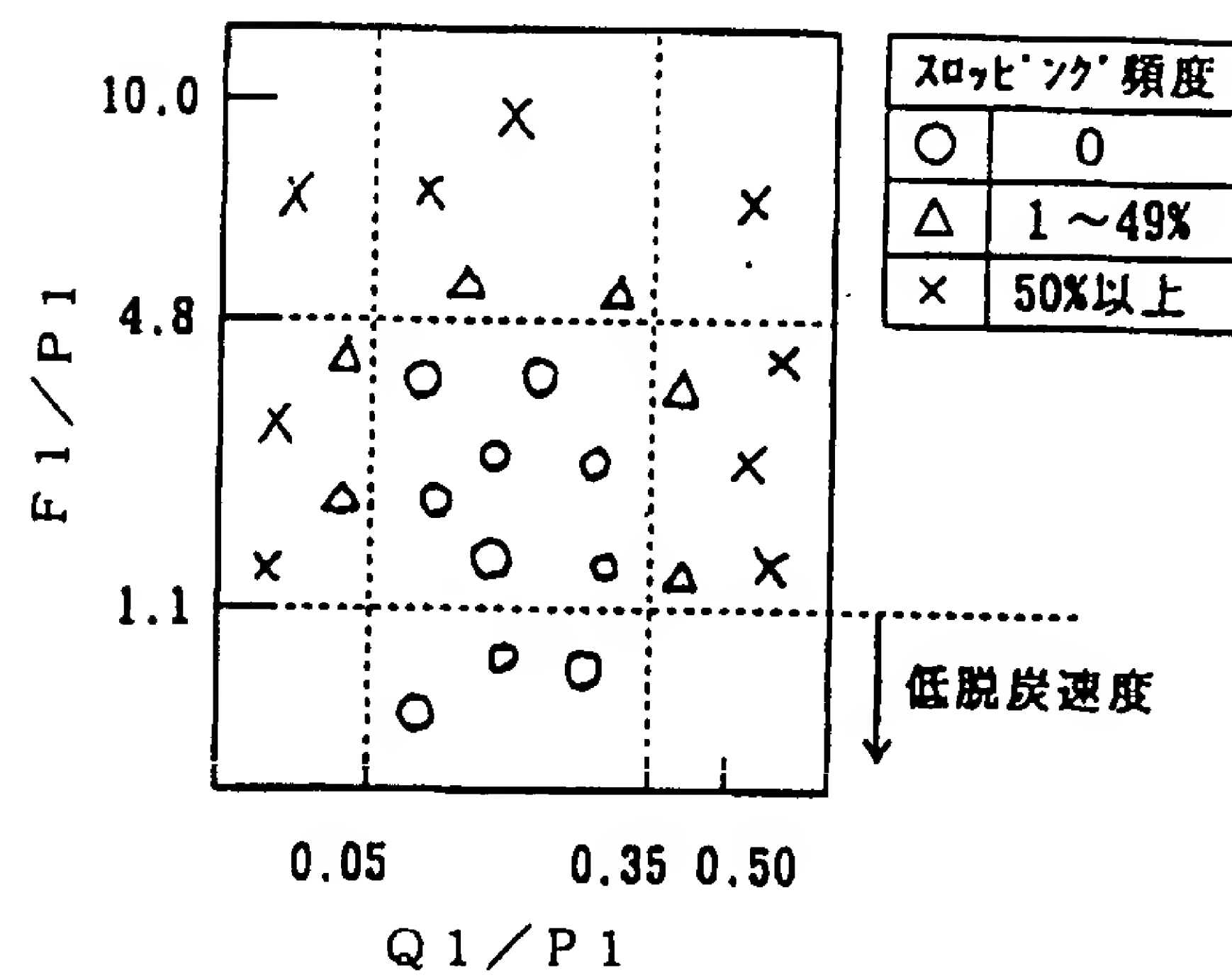
【図 3】



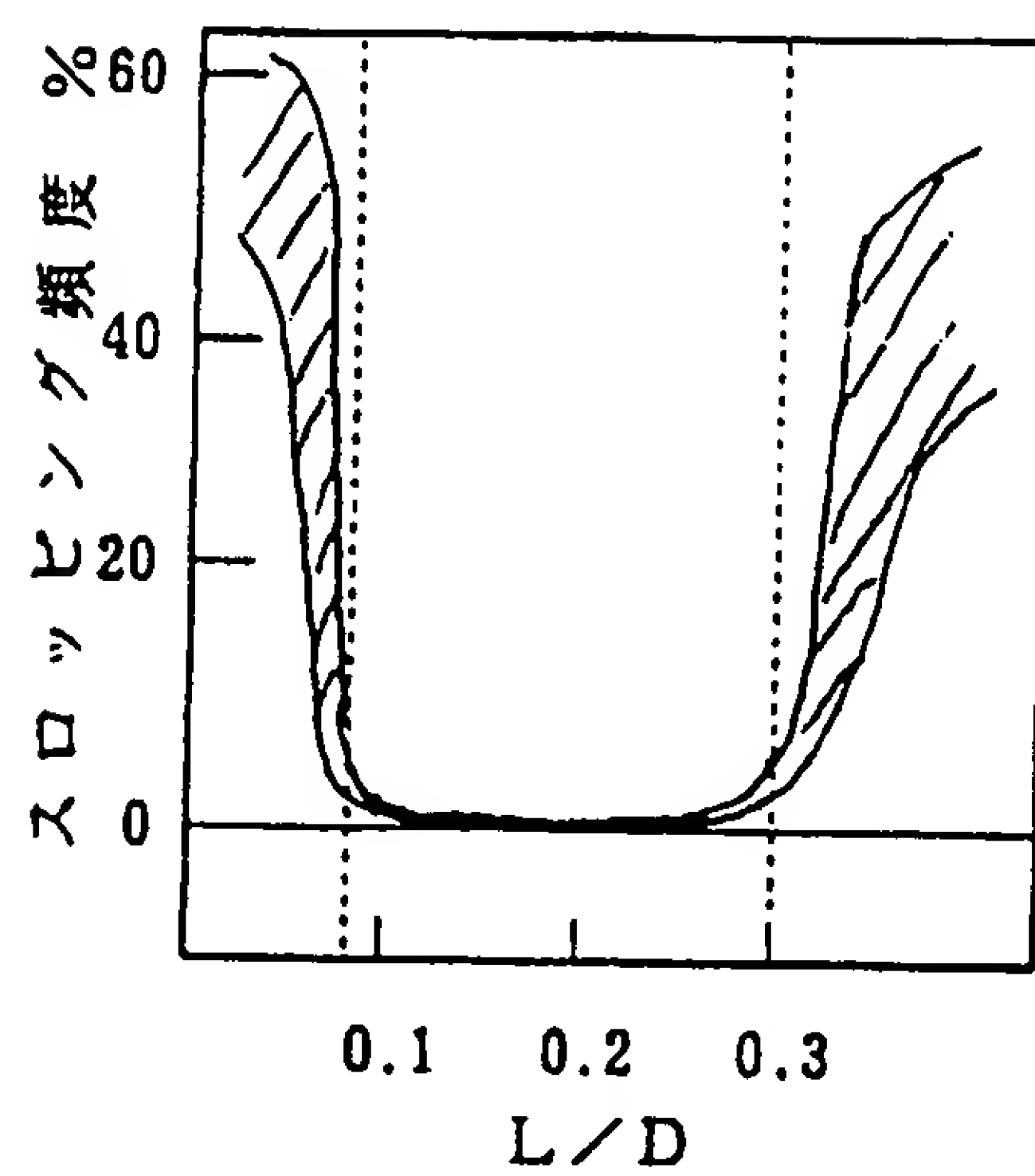
【図4】



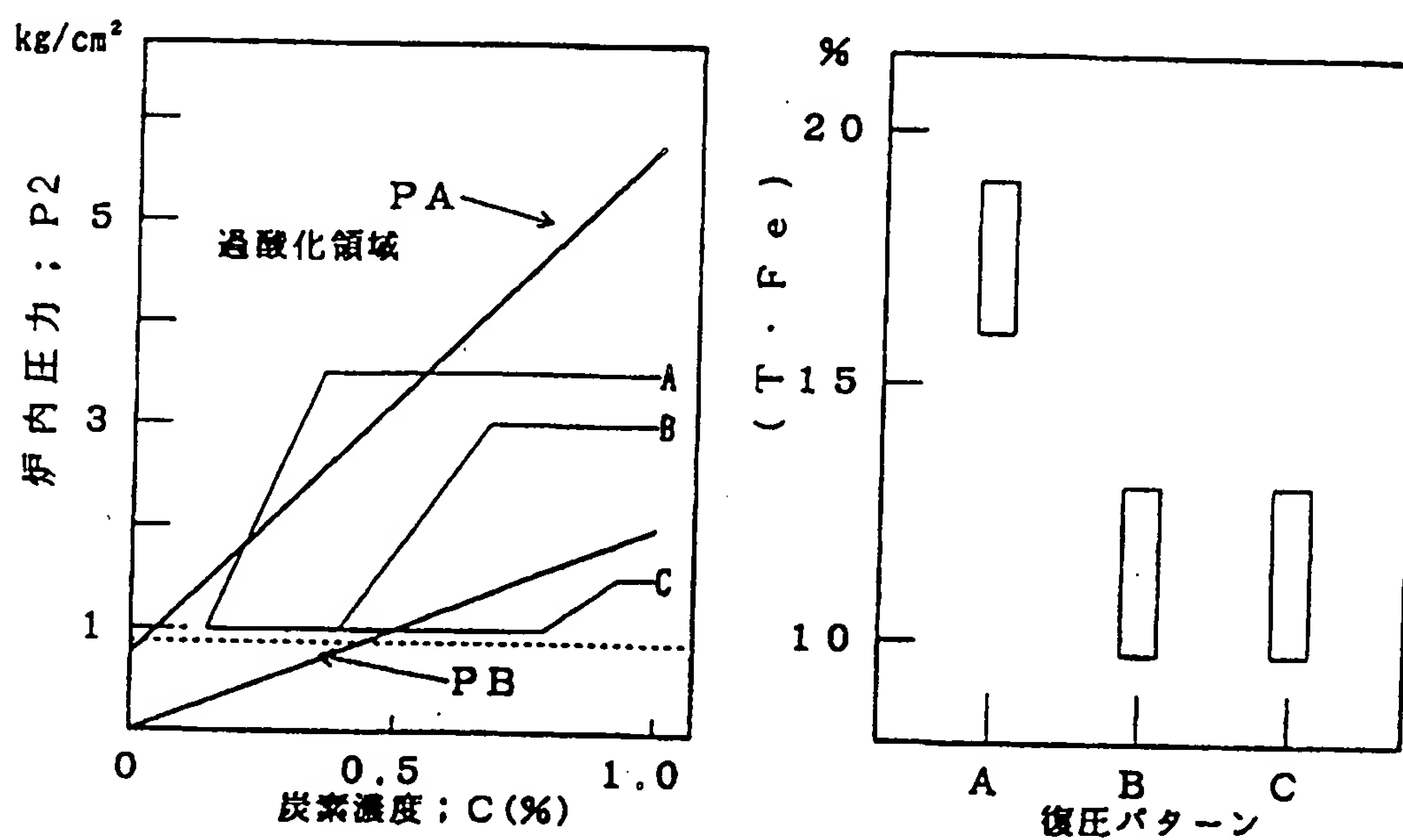
【図5】



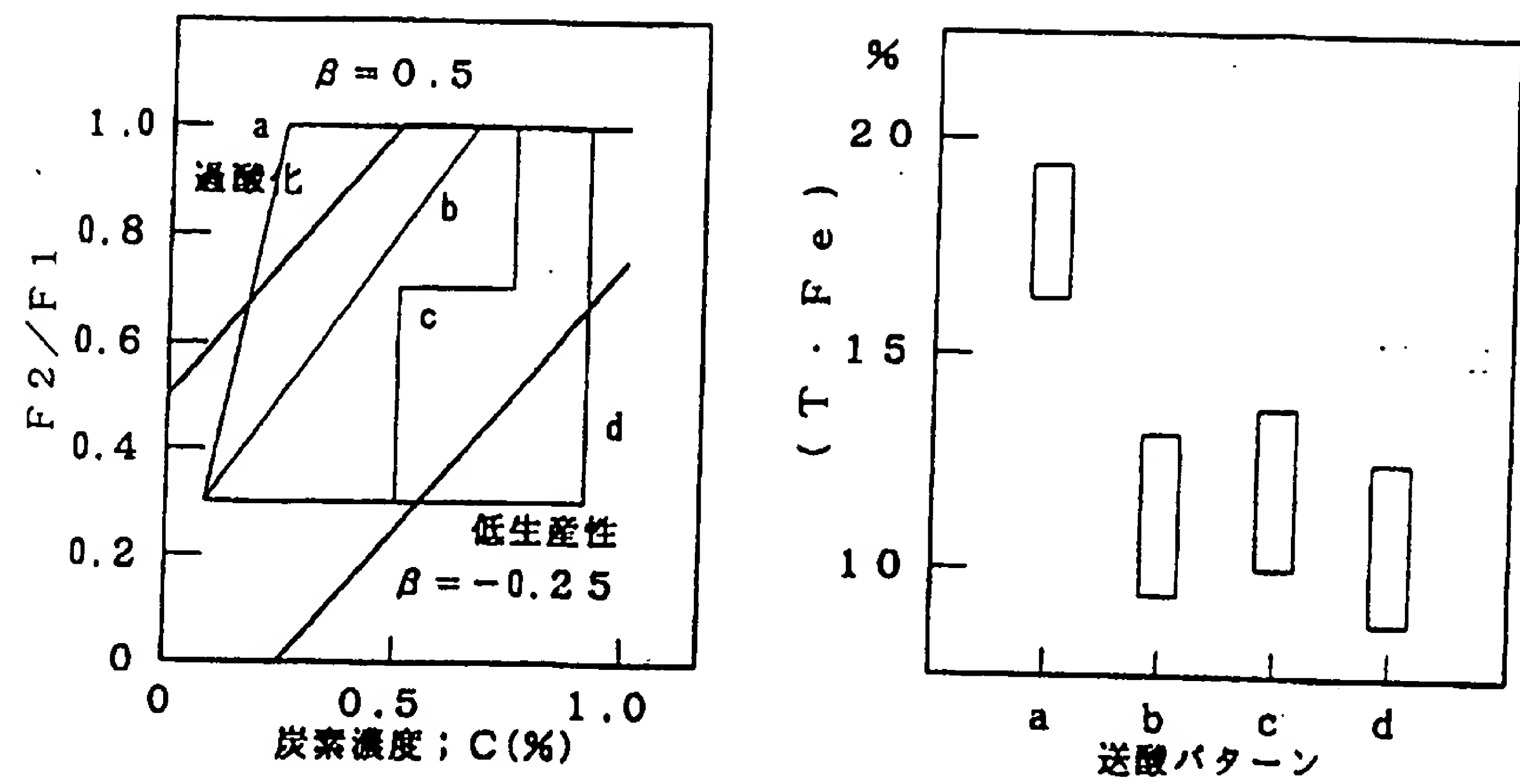
【図 6】



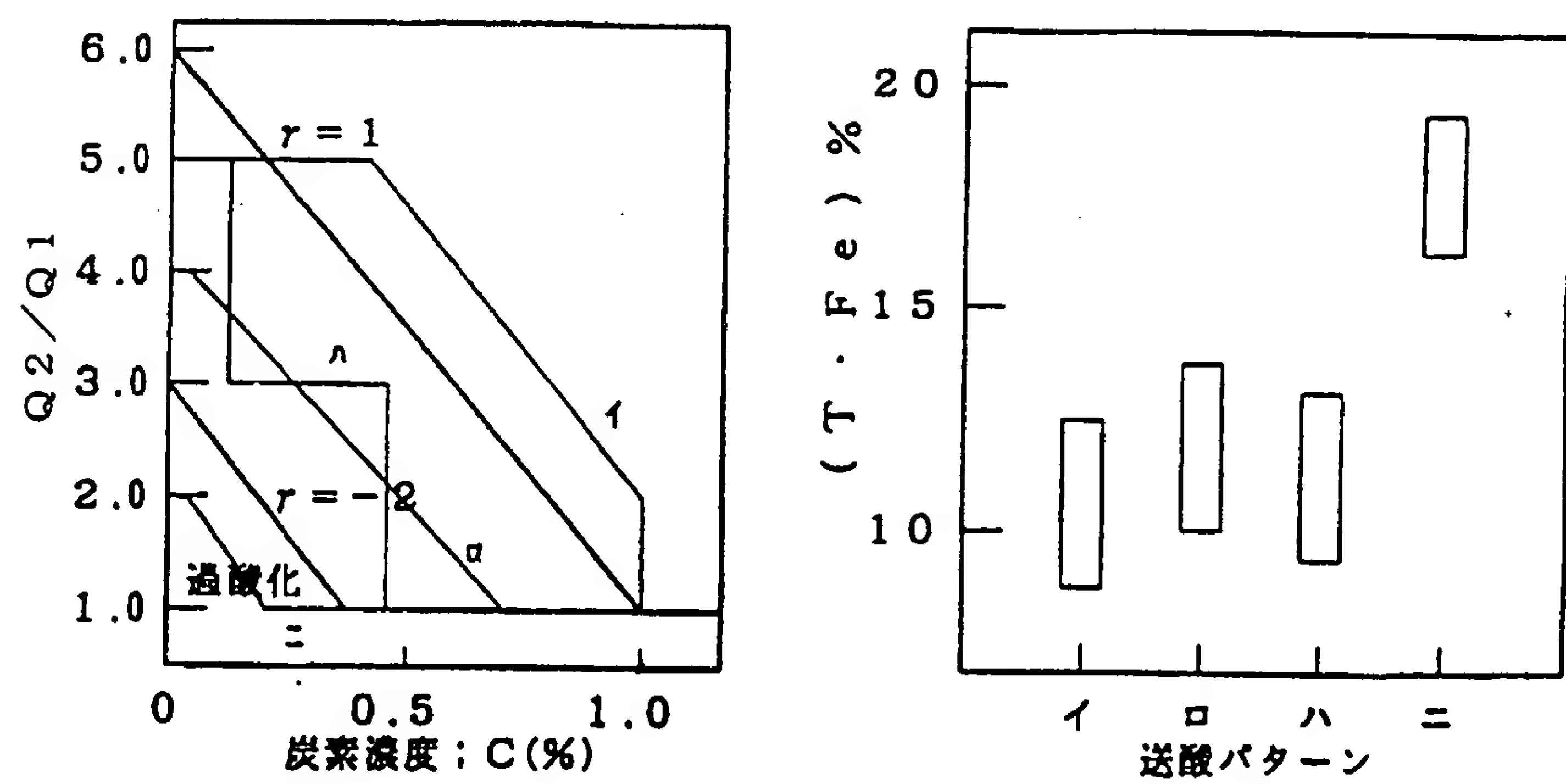
【図 7】



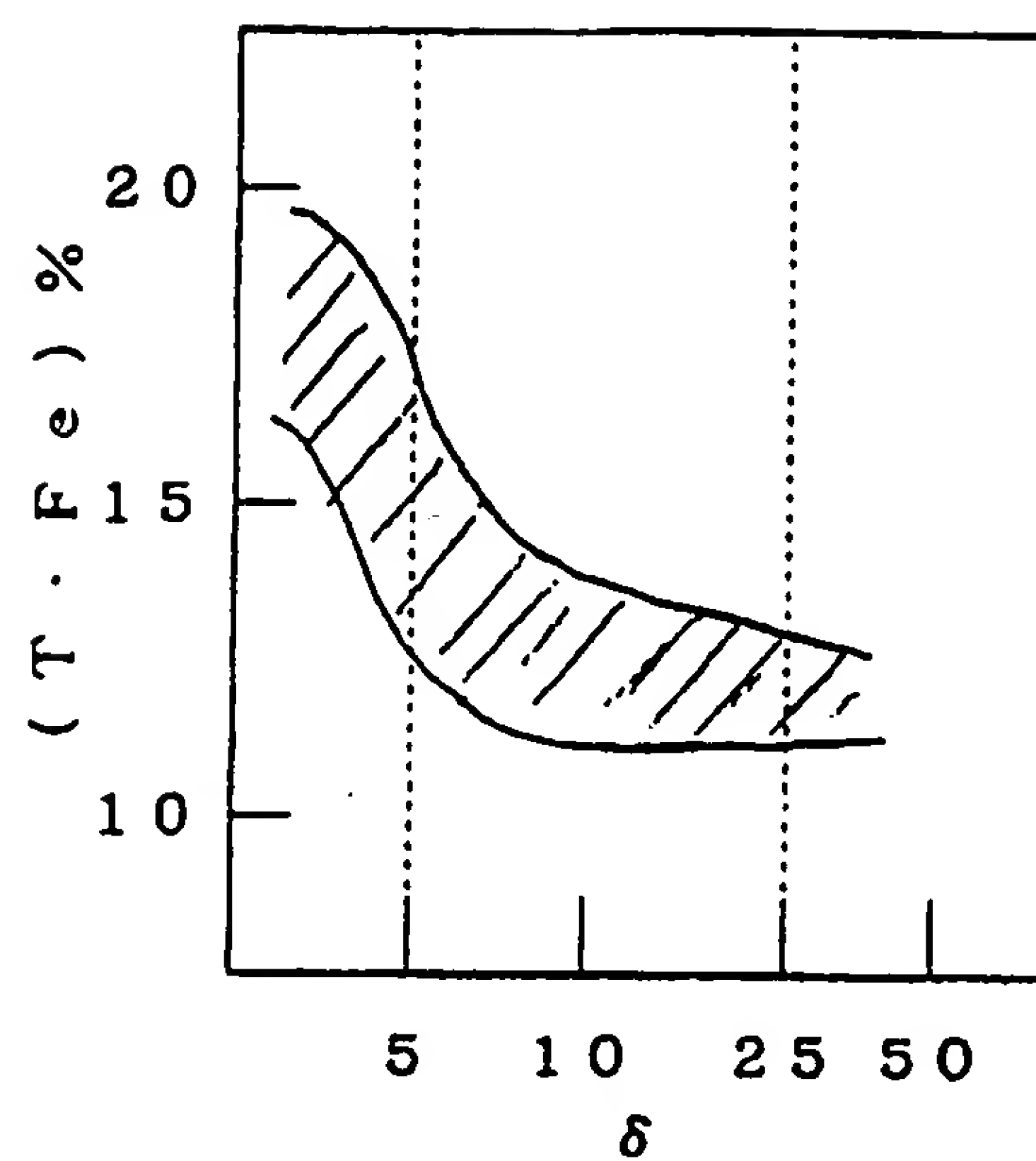
【図 8】



【図 9】



【図 10】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/01188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ C21C5/35

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ C21C5/30-5/35

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-1998 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-1998 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-1998 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JOIS Kaatsu, Tenro, Seiren, Uebuki, Sokobuki

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| E, A | JP, 9-170011, A (Nippon Steel Corp.), June 30, 1997 (30. 06. 97) (Family: none) | 1-12 |
| A | JP, 8-60220, A (Nippon Steel Corp.), March 5, 1996 (05. 03. 96) (Family: none) | 1-12 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

- | | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
June 1, 1998 (01. 06. 98)

Date of mailing of the international search report
June 9, 1998 (09. 06. 98)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.[°] C21C 5/35

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.[°] C21C 5/30 - 5/35

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1926-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-1998年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-1998年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-1998年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS カアツ, テンロ, セイレン, ウエブキ, ソコブキ

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| E, A | JP, 9-170011, A (新日本製鐵株式会社), 30. 6月. 1997 (30. 06. 97) (ファミリーなし) | 1-12 |
| A | JP, 8-60220, A (新日本製鐵株式会社), 5. 3月. 1996 (05. 03. 96) (ファミリーなし) | 1-12 |

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*. 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 06. 98

国際調査報告の発送日

09.06.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J-P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

刑 部 俊

印

4 K

8719

電話番号 03-3581-1101 内線 3435